Hobby Elektronica
&
Actueel IC-handboek

Naslagwerk over theorie en praktijk van de elektronica

eindredactie

Jos Verstraten

aanvulling 110

www.hobbyelektronica.nu

Vego VOF

Postbus 32.014, 6370 JA Landgraaf

CIP-GEGEVENS

Verstraten, Jos

Hobby Elektronica & Actueel IC-handboek

Groot praktijkboek voor de elektronicus met bouwhandleidingen, theoretische artikelen, componentengegevens en adressenlijsten

Losbladig, geïllustreerd
Trefwoord: elektronica

Uitgave
Vego VOF, Postbus 32.014, 6370 JA Landgraaf . . . . . . http://www.vego.nl

Contact
E-mail . . . . vego_vof@compuserve.com
Telefoon: 045-533.22.00
Fax: 045-533.22.02

Elektronische pagina-opmaak
Vego VOF, Landgraaf . . . . http://www.vego.nl

POD-productie
CPF Landgraaf . . . . http://www.copy-print.nl

Rindband ontwerp
Design Studio Sensation, Haarlem . . . . http://www.ds-sensation.nl

ISBN
90-805610-4-5

NUGI
169

3/10

Basis-schakelingen met dioden

Inhoud

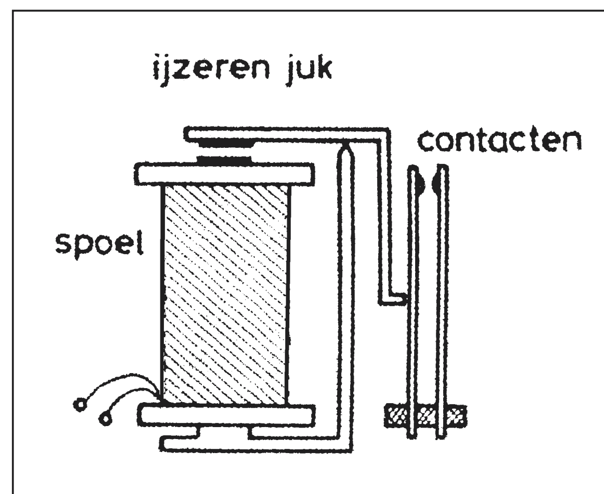
3/10.8

Schakelingen met thyristoren en triac’s

Inleiding

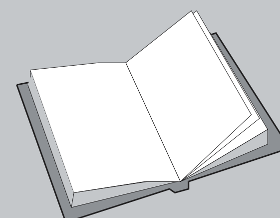
Alleen maar dimmers?
Wie de woorden “thyristor” en “triac” in de mond neemt, denkt automatisch aan dimmers. Inderdaad zijn dimmers en meer in het algemeen vermogensregelingen volgens het principe van de “fase aansnij besturing” de voornaamste toepassingsgebieden van thyristoren en triac’s. Tóch kunt u veel meer met deze interessante onderdelen. In dit hoofdstuk gaan we, voor de volledigheid, eerst in op de toepassingen van deze onderdelen in dimmerschakelingen en gaan we nadien wat minder voor de hand liggende toepassingen beschrijven.

Elektronisch vermogen schakelen met relais
In de elektrotechniek deed zich al heel vroeg de vraag voor naar een schakelaar die niet met de hand, maar elektrisch kan worden omgeschakeld. Daaruit kwam allereerst het relais voort. Als we een stroom door een spoel sturen vormt deze een magnetisch veld en trekt een ijzeren juk aan, zie figuur 3/10.8-1. Dit juk schakelt de contacten. Om goed te kunnen schakelen, moet een spoel erg veel stroom opnemen. Spoelvermogens bedragen al gauw 1 W. Bovendien vraagt het schakelen van hoge stromen grote contacten, terwijl het schakelen van hoge spanningen zeer snel dient te gebeuren en de contacten verder uit elkaar dienen te staan.



Figuur 3/10.8-1: De eerste vermogensschakelaar was het elektromechanisch relais.

LEES OOK:
Hoofdstuk 3/3.14
Hoofdstuk 3/8.10.12
Hoofdstuk 6/4



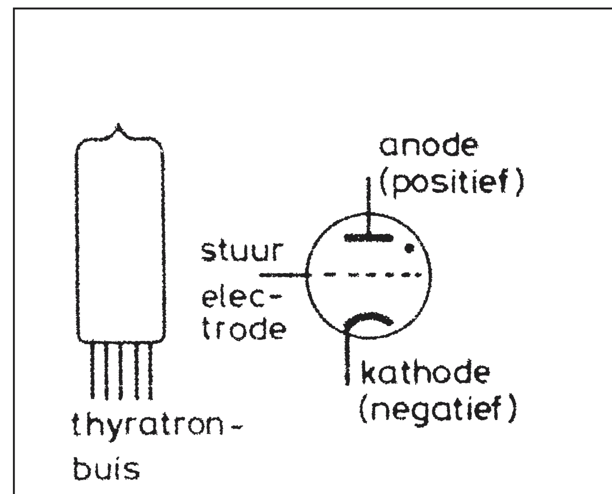
Hieruit volgt direct dat relais aan slijtage onderhevig zijn. Relais moeten dus regelmatig vervangen worden en zijn tevens relatief groot en kwetsbaar voor schokken en stoten. Het is dus niet verwonderlijk dat men naar andere oplossingen heeft gezocht.

Toen kwam de thyratron

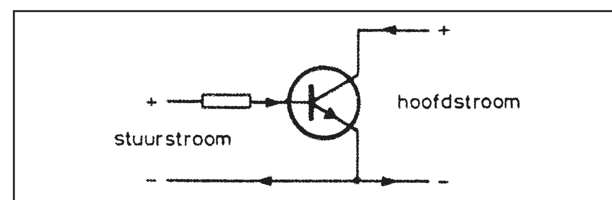
Deze oplossing vond men allereerst in de vorm van een zogenoemd "thyratron". Dit is, zie figuur 3/10.8-2, een buis gevuld met gas. Zolang dit gas koud is bevat het geen geladen deeltjes, ionen genaamd, en kan er ook geen stroom doorheen lopen. Door spanning op een hulpelektrode te zetten worden er geladen deeltjes in het gas gevormd en gaat er een stroom lopen. Deze stroom houdt het gas warm, waardoor er steeds voldoende ionen worden gevormd om de stroom te onderhouden. Helaas zijn de stromen die we met een thyratron kunnen schakelen maar klein en gaat er veel spanning verloren.
Een eenmaal ontstoken thyratron gaat pas uit als we de spanning van de hoofdelektroden afnemen. Dat doet erg denken aan de werking van een thyristor en inderdaad is de thyristor de halfgeleider-versie van het thyratron.

De transistor als vermogensschakelaar

Toen de transistor zijn intrede deed, zag men hierin direct de ideale elektronische schakelaar. Als we geen stroom in de basis sturen, kan er ook geen stroom van collector naar emitter lopen en staat de transistor in sper. Zodra we echter een stroom in de basis sturen, zie figuur 3/10.8-3, kan er van de collector een stroom naar de emitter lopen, terwijl er hooguit 0,4 V spanningsverlies optreedt. Een nadeel is echter dat de stroom door de basis ook naar de emitter loopt zodat de stuurstroom vanuit de emitter weer terug moet kunnen lopen. Het stuurstroomcircuit is dus altijd met het uitgangscircuit verbonden, hetgeen voor wisselstroomtoepassingen wel eens vervelend kan zijn.



Figuur 3/10.8-2: Het thyratron was de gasgevulde versie van de moderne thyristor.



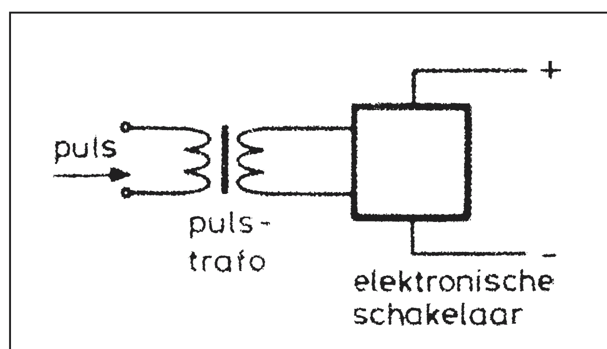
Figuur 3/10.8-3: De transistor is een ideale elektronische vermogensschakelaar, maar biedt geen galvanische scheiding tussen in- en uitgang.

Vermogen schakelen met de thyristor

Zouden we de elektronische schakelaar met een puls kunnen aanzetten, dan kan deze puls gemakkelijk via een kleine trafo worden aangevoerd, zie figuur 3/10.8-4, en daarmee komt het stuurstroomcircuit los van het uitgangscircuit te liggen. Een nadeel is dan dat de scha-

10.8 Schakelingen met thyristoren en triac's

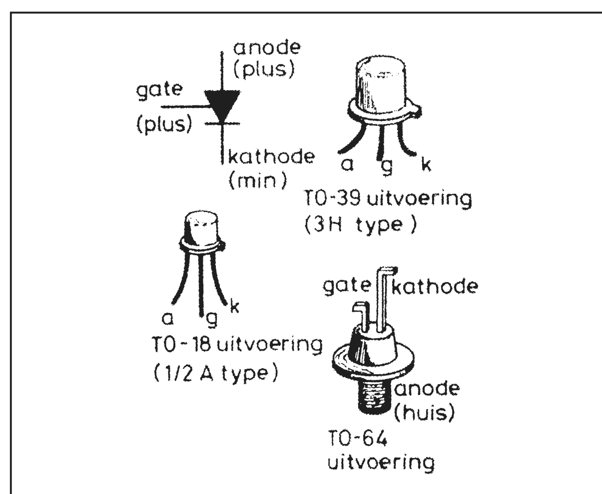
kelaar open blijft staan zolang er spanning over staat, maar dat is voor wisselspanning geen bezwaar.



Figuur 3/10.8-4: Het scheiden van stuurstroom- en hoofdstroomcircuit.

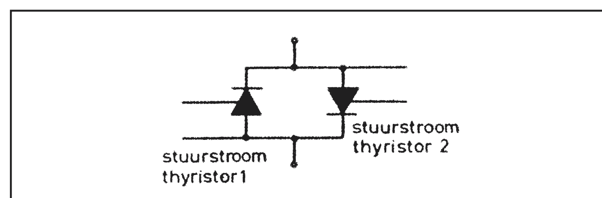
Deze spanning wordt namelijk regelmatig nul en de schakelaar gaat weer dicht tot de volgende stuurpuls komt. Een dergelijk elektronisch onderdeel is de thyristor. Men noemt een thyristor ook wel eens een gestuurde gelijkrichter omdat er maar in één richting stroom kan lopen. We tekenen hem dan ook als een diode met een extra aansluiting, de gate of de poort. Als er positieve spanning op de anode komt blijft de thyristor gesperd tot we een stroomstoot in de gate sturen. Deze stroom komt de kathode weer uit. Als deze stroom voldoende groot is, zal de thyristor geleiden en blijven geleiden, ook al nemen we de stroom van de gate weg. De stroom door de thyristor gaat naar nul als er geen spanning meer tussen anode en kathode staat. In tegengestelde richting laat de thyristor geen stroom door, welke stroom we ook in de gate sturen.
In het Engels wordt een thyristor dan ook altijd met de naam "SCR" aangeduid, hetgeen "silicon controled rectifier" betekent, of in goed Nederlands "stuurbare silicium gelijkrichter".

In figuur 3/10.8-5 zijn het symbool en de aansluitgegevens van een paar standaard klein vermogen thyristoren verzameld.



Figuur 3/10.8-5: Het symbool en de standaard aansluiting van thyristoren.

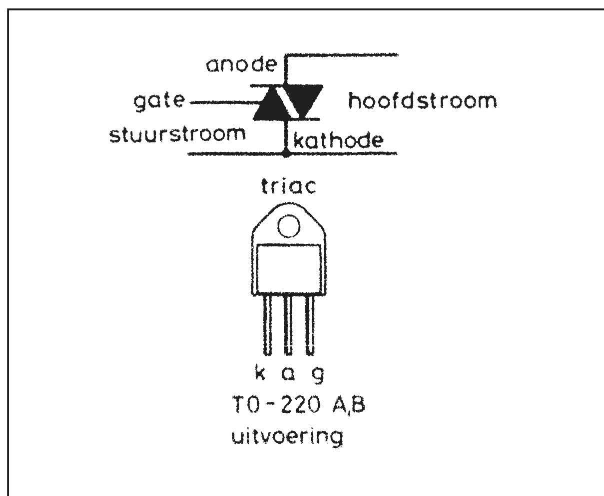
Het nadeel dat een thyristor in één richting stroom doorlaat is gemakkelijk te ondervangen door twee thyristoren anti-parallel te zetten zoals voorgesteld in figuur 3/10.8-6. Leuk is anders, want het kost twee thyristoren en twee stuurschakelingen. Tóch treft men de anti-parallel schakeling van figuur 3/10.8-6 nog vaak aan, zeker als het er op aan komt zeer grote wisselstromen te schakelen.



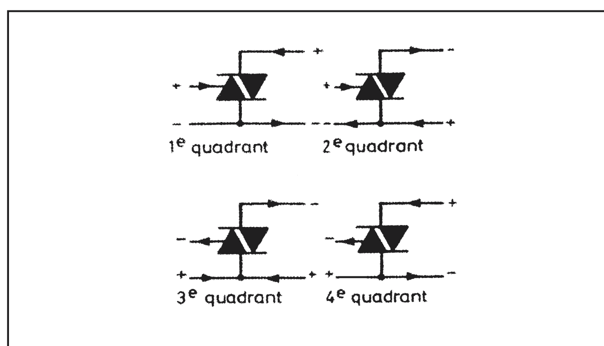
Figuur 3/10.8-6: Het anti-parallel schakelen van twee thyristoren voor het schakelen van wisselstromen.

De triac lost alle problemen op
Daarom kwam er al snel een nieuw type thyristor, die in twee richtingen stroom

doorlaat. Deze thyristor heet dan "triac", zie figuur 3/10.8-7. Over het algemeen moeten we een stroom in de gate sturen om stroom van anode naar kathode en een stroom uit de gate halen om de stroom van kathode naar anode te laten lopen. De meeste triac's zullen echter zowel van kathode naar anode als van anode naar kathode kunnen geleiden, ongeacht of we een stroom in of uit de gate laten lopen.



Figuur 3/10.8-7: Schema en aansluitgegevens van triac's.

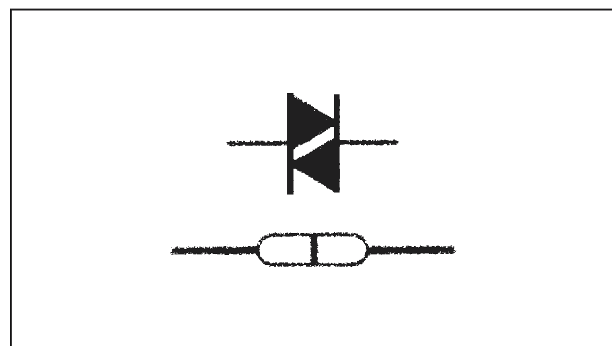


Figuur 3/10.8-8: De vier quadrant werking van triac's.

Triac's die een positieve stuurstroom nodig hebben bij een positieve anodespanning en die een negatieve stuurstroom bij een negatieve anodespanning ten opzichte van de kathode noemen we "twee-quadrant" triac's. Triac's die met beide stuurstromen in beide richtingen gaan geleiden, noemen we "vier-quadrant" triac's. Een en ander is overzichtelijk voorgesteld in figuur 3/10.8-8.

De diac maakt het spel compleet

Rest ons nog de vraag hoe we een thyristor of triac kunnen aansturen. Daarvoor is een stroom nodig van ongeveer 2 mA tot 30 mA, die maar heel kort aanwezig hoeft te zijn. Omdat de gate zich als diode gedraagt, komt er ongeveer 1 V over te staan. Zo'n stroomstoot kunnen we uit een condensator halen. Natuurlijk rijst dan de vraag hoe we de condensator op het juiste moment kunnen ontladen. Daarvoor bestaan er diac's, zie figuur 3/10.8-9. Een diac is een diode die in beide richtingen spert. Zodra de spanning over de diac boven een vaste waarde komt, gaat de diac lawine-achtig geleiden. De restspanning over de diac is veel lager dan de doorslagspanning. De diac's die we in de winkel kopen, hebben een doorslagspanning van 32 V met een restspanning van ongeveer 5 V. Zodra er geen stroom meer door een diac loopt, houdt het geleiden op en spert hij tot de doorslagspanning weer wordt bereikt.



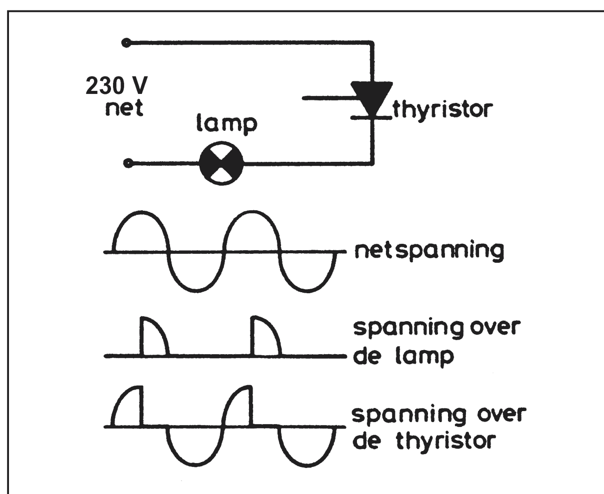
Figuur 3/10.8-9: De diac is een handig onderdeel voor het sturen van thyristoren en triac's.

10.8 Schakelingen met thyristoren en triac's

Dimmers

Inleiding

De meest bekende toepassing van de thyristor en de triac is de lichtregeling. We kunnen de sterkte van een lamp ook met een regelbare weerstand regelen, maar zo'n weerstand wordt dan erg groot, terwijl er veel vermogen verloren gaat. Zolang een thyristor of triac niet in geleiding is, loopt er geen stroom en gaat er geen vermogen verloren. Komt de triac of thyristor in geleiding, dan blijft er maar weinig spanning over staan en komt al het vermogen in de lamp terecht. Om het vermogen te regelen moeten we de tijd dat de stroom loopt verkorten en daarmee verminderen we het gemiddelde vermogen. Het basisprincipe van iedere dimmerregeling is voorgesteld in figuur 3/10.8-10.

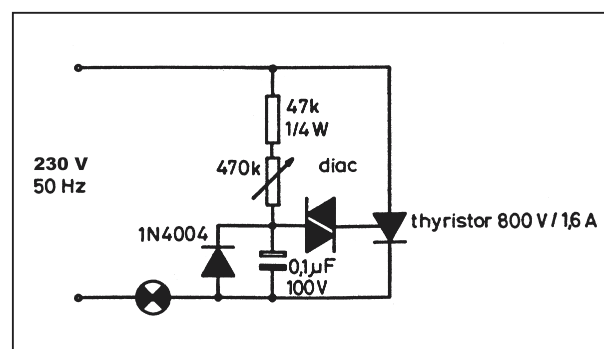


Figuur 3/10.8-10: Het basisprincipe van de "fase aansnij besturing".

Wanneer de wisselspanning stijgt staat de thyristor dicht en loopt er geen stroom. We wachten een tijdje en zetten dan de thyristor open. Over de lamp komt dus een stukje van de netsinus te staan. Wanneer de netsinus door nul gaat, houdt de stroom vanzelf op en gaat de thyristor ook weer dicht.

De basisschakeling van een dimmer

Dat vertraagd inschakelen kunnen we doen door een condensator op te laden. Het basisschema van zo'n eenvoudige dimmer is getekend in figuur 3/10.8-11.

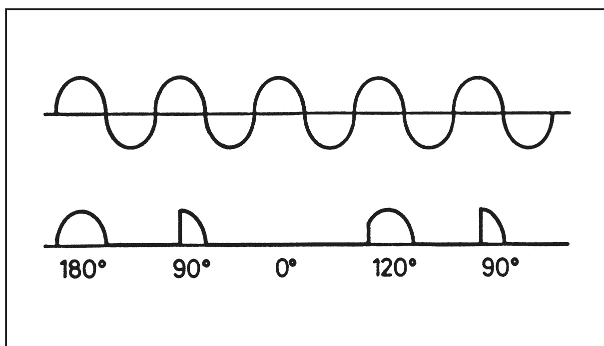


Figuur 3/10.8-11: Het basisschema van iedere dimmer.

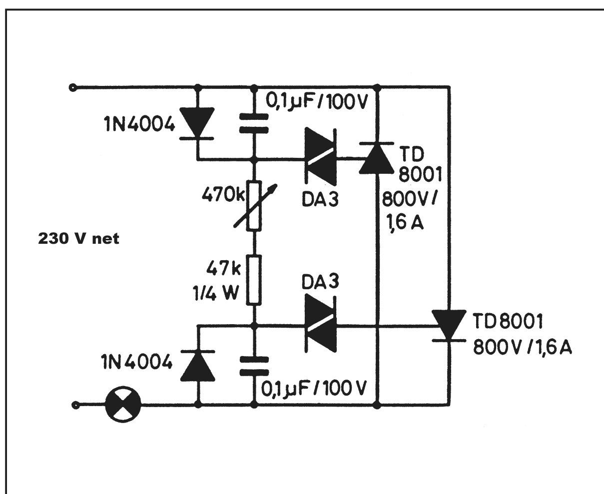
Tijdens het opladen van de condensator via de twee weerstanden stijgt de spanning over de condensator langzaam tot de 32 V doorslagspanning van de diac is bereikt. De condensator ontlaadt zich via de diac en de gate van de thyristor en dit onderdeel wordt ontstoken. De oplaadtijd van de condensator kunnen we veranderingen door de oplaadweerstand te wijzigen. Met een potentiometer kunnen we het stukje van de sinus dat we doorlaten regelen. De lengte van het doorgelaten stukje sinus noemen we de "geleidingshoek". Een halve sinus geleiding geeft dus een geleidingshoek van 180 graden. Een kwart sinus komt overeen met een geleidingshoek van 90 graden en helemaal geen geleiding geeft een geleidingshoek van 0 graden. Een en ander is grafisch voorgesteld in figuur 3/10.8-12.
Wanneer de netsinus negatief wordt, zal de thyristor altijd sperren. Van deze ne-

10.8 Schakelingen met thyristoren en triac's

gatieve spanning maken we dan gebruik om via de weerstand de condensator weer mooi op 0 V terug te zetten. Om nu te voorkomen dat het ontladen van de condensator te ver gaat en de spanning negatief wordt, zetten we een diode over de condensator. Zodra de spanning negatief wil worden komt de diode in geleiding.



Figuur 3/10.8-12: Het begrip "geleidingshoek" grafisch toegelicht.



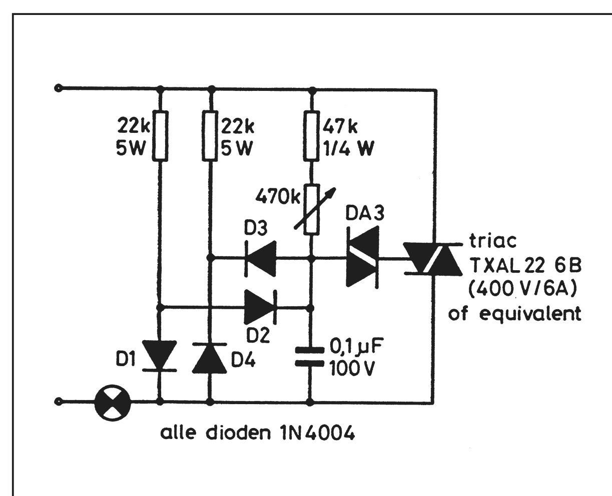
Figuur 3/10.8-13: Twee anti-parallel geschakelde thyristoren zorgen voor een maximale vermogensregeling.

Anti-parallel schakeling

Het is natuurlijk jammer dat een dergelijke schakeling alleen maar de helft van de netsinus regelt, de andere helft komt niet aan bod. Onze lamp zal maximaal op halve kracht branden. Die halve kracht lijkt voor ons oog echter zeker 70 %, maar als we meer willen moeten we een tweede thyristorschakeling antiparallel over de eerste plaatsen, zie figuur 3/10.8-13. Dit werkt uitstekend, maar het is duurder dan een uitvoering met een triac.

Dimmen met een triac

Omdat een triac maar één gate heeft, moeten we de condensator bij de positieve sinus positief opladen en bij de negatieve sinus negatief. Helaas is aan het einde van de sinus de condensator nooit leeg want de restspanning van de diac is ook de restspanning van de condensator. We moeten de condensator eerst leeg maken voordat we weer met opladen kunnen beginnen. Doen we dat niet dan is de condensator te vlug of te langzaam vol, met als gevolg dat de zaak bij kleine geleidingshoeken, dus zwakke lichtsterktes gaat flikkeren, of niet werk.



Figuur 3/10.8-14: Het basisschema van een dimmer met triac.

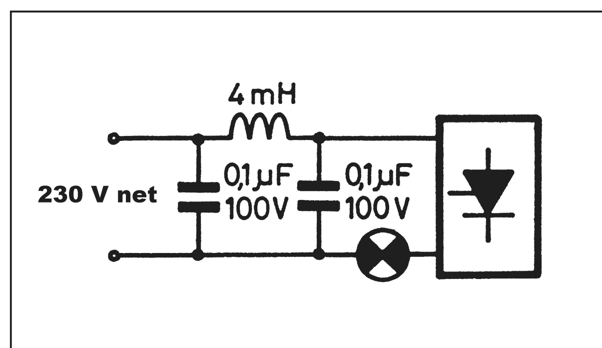
Een euvel dat erg veel goedkope dimmers, ingebouwd in armaturen, verto-

10.8 Schakelingen met thyristoren en triac's

nen! Met vier dioden en twee weerstanden is deze zaak echter wel te regelen. Het basisschema van een triac-dimmer is voorgesteld in figuur 3/10.8-14.
Als de spanning positief wordt, komt diode D1 in geleiding via de weerstand van 22 kΩ. Als de condensator nog negatief zou zijn, wordt hij snel via diode D2 op nul gezet. Daarna laadt hij zich via de potentiometer weer op. Deze spanning kan niet weg want diode D2 gaat sperren en diode D3 zit via de andere weerstand aan de positieve spanning en blokkeert. Hetzelfde verhaal vinden we, maar dan negatief, voor de negatieve sinus. De hele zaak regelt dus prachtig van nul tot maximum.
Het schema van figuur 3/10.8-14 is een professioneel regelende dimmerschakeling die u in de plaats van al die happende en haperende dimmers in lampen kunt inzetten.

Opmerking
Probeer aan deze schakeling echter geen stofzuigers, koffiemolens en andere apparaten met elektromotoren te hangen, want daarin zitten ontstoringscondensatoren. Zo'n condensator wordt, als de thyristor of triac inschakelt, opeens opgeladen. Daarbij gaat een hele grote stroom lopen waar de triac niet tegen.

Ontstoring
Als een thyristor of triac inschakelt, begint de stroom plotseling te lopen. Zo'n plotselinge verandering geeft op het lichtnet een storing. Wettelijk mogen thyristorschakelingen dan ook niet meer dan 400 W en triacschakelingen niet meer dan 700 W sturen en moeten goed ontstoord worden. Zo'n ontstoring is ook wel zelf te maken. Daartoe dienen twee speciale ontstoorcondensatoren van 0,1 μF en een spoel van 4 mH, zie figuur 3/10.8-15. Die spoel van ongeveer 4 mH is een spoel die ook in luidspreker wisselfilters wordt gebruikt. Wie zo'n spoel zelf wil maken, moet op een ferrietstaafje van 10 cm lengte netjes 0,5 mm emaille wikkeldraad opwikkelen tot de dikte van het geheel ongeveer 3 cm is. Dat gaat alleen mooi als u aan de zijkanten twee flenzen vastzet en af en toe tussen de lagen een dun laagje isolatiepapier aanbrengt.



Figuur 3/10.8-15: Een eenvoudig, maar effectief ontstoornetwerkje.

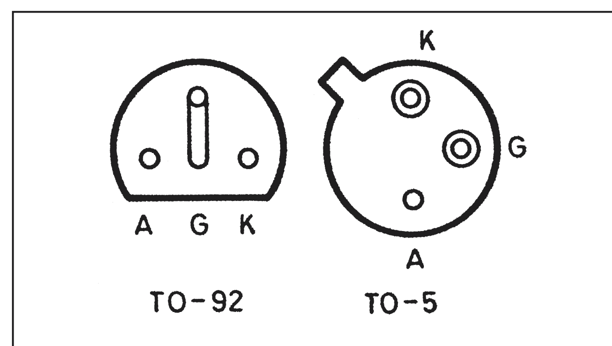
Belangrijke opmerkingen
Aangezien de besproken schakelingen rechtstreeks met het lichtnet zijn verbonden, moet de schakeling in een geïsoleerd kastje zitten en een potentiometer met geïsoleerde as worden gebruikt. Trek altijd de stekker uit de wandcontactdoos als u iets wilt veranderen. 230 V wordt, zodra men er thyristoren en triac's op aansluit, veel gevaarlijker.
Bij kleine vermogens behoeft de thyristor of triac niet gekoeld te worden. Bij vermogens van meer dan 500 W wordt dat toch wel noodzakelijk. Omdat het huis van de thyristor of triac meestal met de anode is verbonden, komt de koelplaat onder spanning te staan. Zetten we de thyristor of triac op een metalen

plaatje vast, dan mag dit plaatje nooit aangeraakt kunnen worden als de zaak in werking is. Het beste kunt u de thyristor of triac en een klein koelplaatje op het printje vastzetten met een schroefje. Dat geeft voor gewoon gebruik al voldoende koeling.

Overige toepassingen

Inleiding
De meeste hobbyisten denken dat thyristoren en triac's alleen kunnen worden toegepast voor het schakelen van de netspanning. Niets is echter minder waar! Een thyristor is niet alleen een schakelaar, maar ook een eenvoudige uitvoering van een bistabiel element, net zoals een flip-flop.
Zo 'n stuurbare diode is immers in staat het aanleggen van een korte stuurpuls op de gate te onthouden. Het element gaat dan geleiden en deze geleidende toestand blijft bestaan tot een of andere nieuwe actie plaats vindt.
Dank zij deze eigenschap kan de thyristor worden gebruikt op tal van plaatsen waar men, gewoontegetrouw en gedachtenloos, een flip-flop wil inschakelen. Dat het toepassen van laagvermogen thyristoren vaak tot een aanzienlijke vereenvoudiging van een schakeling kan leiden, willen wij in de rest van dit hoofdstuk aantonen.

Geschikte thyristoren
Meestal denkt men bij het woord thyristor aan vrij fors gebouwde onderdelen, die geen moeite hebben met het verwerken van stromen van tientallen A en bestand zijn tegen spanningen van minstens 400 V. Deze onderdelen zijn uitstekend geschikt voor het bevolken van de reeds beschreven lichtdimmers, maar zijn veel te grof van karakter voor het fijnere werk, waarover we het in deze paragraaf gaan hebben. Gelukkig bieden de meeste fabrikanten een paar subtielere thyristoren aan, voor prijzen van nog geen euro.
De eerste reeks is een telg uit de Motorola familie en is opgebouwd uit drie vrijwel identieke broers: 2N5060, 2N5061 en 2N5062. Wie ze voor het eerst ontmoet zou denken met gewone plastic signaaltransistoren kennis gemaakt te hebben. Alleen de benaming van de drie pootjes van de TO-92 behuizing onthult de ware identiteit van dit triumviraat: thyristoren, wel wis en waarachtig! Zoals figuur 3/10.8-16 te kennen geeft, staat de gate in het midden. Soms op één lijn met anode en kathode, soms in een driehoeksverhouding.



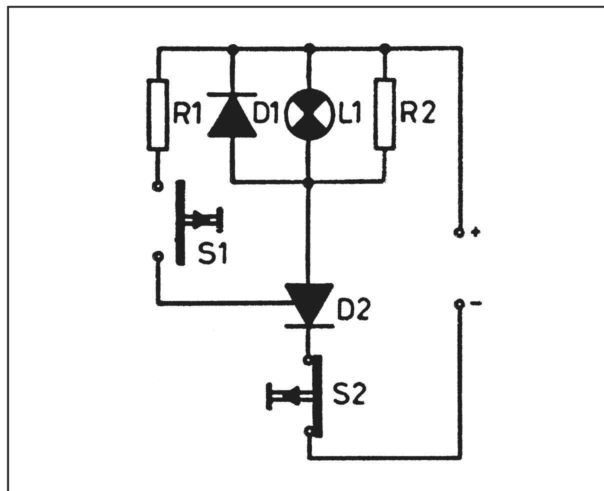
Figuur 3/10.8-16: De aansluitgegevens van de toegepaste laagvermogen thyristoren.

De drie broers onderscheiden zich alleen in de maximaal te torsen spanning: 30 V voor de 2N5060 tot 100 V voor de 2N5062. De thyristoren gaan geleiden bij een gatestroom van minimaal 0,2 mA, waarbij de anode/kathode-stroom tot 0,8 A mag oplopen.
De tweede reeks spruit voort uit het Texas-geslacht: TIC44 tot en met TIC47. Uiterlijk zijn ze volledig identiek aan de

2N... exemplaren en hun elektrische eigenschappen wijken overigens ook niet zoveel af. De maximale stroom bedraagt 0,6 A en de sperspanning varieert tussen 30 V en 200 V, oplopend met het typenummer. Ook hier is de minimale gatestroom voor probleemloos ontsteken gelijk aan 0,2 mA.

Het basisschema

Het basisschema van de thyristor als bistabiel element is getekend in figuur 3/10.8-17. De stuurbare diode wordt gevoed uit een gelijkspanning. De gate is verbonden met de positieve aansluiting van de voedingsspanning, via de weerstand R1 en de drukschakelaar S1.



Figuur 3/10.8-17: Op deze manier wordt een thyristor bruikbaar als geheugenelement.

Wordt deze schakelaar bekrachtigd, dan zal er een stroom in de gate vloeien, waardoor de thyristor gaat geleiden. De belasting, in dit voorbeeldje een gloeilampje L1, wordt met de voedingsspanning verbonden. Als de stroom door deze belasting groter is dan de zogenaamde houdstroom van de thyristor, dan zal deze toestand ook na het wegvallen van de stuurstroom in de gate blijven bestaan. Hieruit volgt een belangrijke ontwerpeis voor dit soort schakelingen: de belastingsstroom moet steeds groter zijn dan de houdstroom, zoniet is er van een bistabiele werking geen sprake. Vandaar dat in het schema van figuur 3/10.8-17 een weerstand R2 parallel aan de belasting is getekend. Deze is noodzakelijk als de hoofdbelasting minder dan 10 mA verbruikt, zoals bijvoorbeeld bij een miniatuurzoemertje. De diode D1 is alleen noodzakelijk als de belasting reactief is, bij relais en motoren dus. Deze diode sluit de bij het uitschakelen van de thyristor optredende tegenspanningen kort.

Voor het uitschakelen van het systeem drukt men de drukschakelaar S2 in. De stroomkring wordt onderbroken, zodat de thyristor spert. Ook deze toestand is stabiel, wat wil zeggen dat de belasting slechts door het opnieuw indrukken van S1 kan worden ingeschakeld.

Een alternatieve schakeling

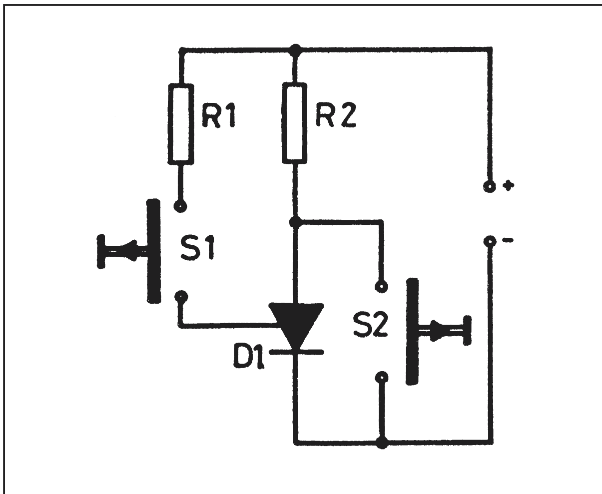
Uit het schema blijkt dat de drukschakelaar S2 normaal gesloten is. Dat is niet zo leuk, want deze schakelaars zijn vrij zeldzaam. Vandaar dat in figuur 3/10.8-18 een alternatief schema is getekend, waarbij ook het uitschakelen van de belasting door middel van een normaal open schakelaar kan gebeuren. Deze schakelaar staat nu niet in serie met de thyristor, maar parallel.

Als men deze schakelaar bedient zal de belastingsstroom door de gesloten schakelaar afvloeien naar massa. De thyristor wordt stroomloos en spert.

Het nadeel van deze schakeling is dat de belasting eerst stroomloos wordt na het loslaten van schakelaar S2. Dlt is niet erg elegant, want meestal gaat men er te-

10.8 Schakelingen met thyristoren en triac's

recht van uit dat een schakeling reageert op het indrukken van een schakelaar en niet op het weer loslaten van een bedieningsknop.

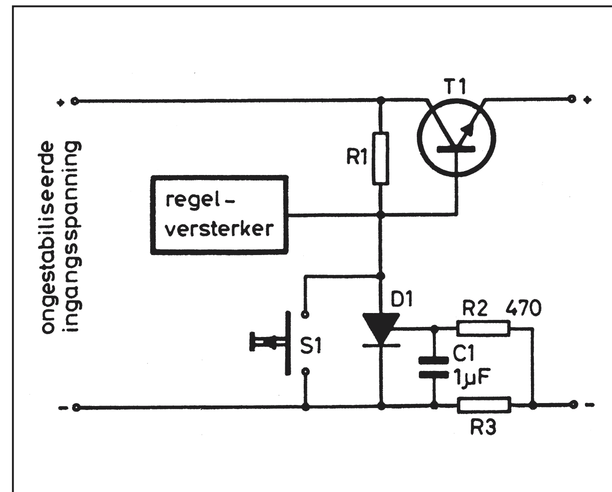


Figuur 3/10.8-18: In dit schema wordt gewerkt met twee normaal open drukschakelaars.

Elektronische zekering

Een rechtstreekse toepassing van het basisschema is de in figuur 3/10.8-19 getekende elektronische zekering, gebruikt voor de beveiliging van een gestabiliseerde voeding. Transistor T1 is de regeltransistor van de voeding, die het verschil tussen de ongestabiliseerde ingangsspanning en de gestabiliseerde uitgangsspanning voor zijn rekening neemt. Deze halfgeleider wordt gestuurd uit de regelversterker. Tussen de min van de ingang en de min van de uitgang is een kleine weerstand R3 opgenomen. Het zal duidelijk zijn dat de totale belastingsstroom van de voeding door dit onderdeel vloeit.

Uit de wet van Ohm volgt dat de spanningsval over deze weerstand recht evenredig is met de stroom. Kiest men voor R3 bijvoorbeeld een waarde van 1 Ω, dan zal er per 100 mA belastingsstroom een spanning van 0,1 V over dit onderdeel vallen.



Figuur 3/10.8-19: In deze toepassing schakelt de bistabiele thyristor een voeding uit.

De kathode en de gate van de thyristor D1 zijn over deze stroomsensor weerstand geschakeld. Stijgt de uitgangsstroom van de voeding boven de toegelaten waarde dan zal, bij een juiste keuze van R3, de thyristor in geleiding worden gestuurd door de spanningsval over deze weerstand. De basis van de regeltransistor wordt bijgevolg met de massa verbonden, zodat de uitgangsspanning van de voeding nul wordt. De thyristor blijft geleiden, omdat hij via weerstand R1, de uitgangsweerstand van de regelversterker, met de ongestabiliseerde spanning verbonden is. Ook na het wegvallen van de kortsluiting of de te zware belasting van de voeding blijft de uitgangsspanning nul.

Door het indrukken van de reset drukknop S1 kan men de uitgangsspanning van de voeding herstellen. De thyristor wordt dan immers even overbrugd, de stroom door het onderdeel wordt nul en de stuurbare diode gaat sperren.

10.8 Schakelingen met thyristoren en triac's

Weerstand R2 en condensator C1 vormen een vertragend netwerkje. Als deze onderdelen er niet waren, zou de elektronische zekering reeds aanspreken op de zeer korte oplaadpiekstroom van een op de voeding aangesloten elco. Deze korte stroompiekjes vloeien nu echter niet in de gate, maar worden door de elco afgeleid naar de massa.
Het zal duidelijk zijn dat de stroomwaarde, waarop de zekering aanspreekt, wordt bepaald door de waarde van de weerstand R3. Over het algemeen kan men stellen dat de thyristor gaat geleiden als er over R3 een spanning van 0,7 V ontstaat. Uit de wet van Ohm kan men dus voor iedere aanspreekstroom een geschikte weerstandswaarde berekenen.
Een voorbeeldje. Stel dat men een voeding heeft gebouwd, die een stroom van 2 A kan leveren. De in te bouwen elektronische zekering moet dan aanspreken bij 2,2 A. De wet van Ohm stelt dat de waarde van een weerstand gelijk is aan de spanningsval over de weerstand gedeeld door de stroom door de weerstand. De spanningsval is bekend, namelijk 0,7 V. In dit specifieke voorbeeld is de stroom 2,2 A, zodat de waarde van R3 gelijk is aan 0,7 gedeeld door 2,2 dus 0,32 Ω. Uiteraard kiezen we dan voor een standaard 0,33 Ω weerstand.

Elektronisch slot
U kent het principe van een elektronisch slot wel. Alleen als een bepaald aantal schakelaartjes uit een veld in de juiste volgorde wordt ingedrukt gaat een elektromechanisch slot open. In de loop der tijden zijn verschillende schakelingen ontwikkeld. De meeste schema's zijn digitaal en vergen vrij veel IC's. Met de genoemde thyristoren kan op een zeer eenvoudige manier hetzelfde worden gerealiseerd. Kijk maar naar figuur 3/10.8-20, waar de volledige schakeling van een elektronisch slot met vier valse en vier echte druktoetsen is getekend. Als u het ooit nog eenvoudiger heeft gezien, mag u het zeggen!

Figuur 3/10.8-20: Een elektronisch slot met vier als bistabiele elementen toegepaste thyristoren.

De werking is als volgt. De acht drukknoppen S1 tot en met S8 zijn gemonteerd op een bedieningspaneeltje. Iedere knop heeft een cijfer- of lettersymbool. De schakeling reageert op het achter elkaar en in de juiste volgorde indrukken van de schakelaars S4, S3, S2 en S1.
Duwt men tussen de bedrijven door op een van de overige schakelaars, dan reset de schakeling en moet men opnieuw beginnen. Bij het aanschakelen van de voedingsspanning zal transistor T1 gaan geleiden. De basis is immers door middel van weerstand R5 met de +12 V verbonden. De rest van de schakeling ontvangt zodoende een spanning van ongeveer 11,4 V van de emitter van T1. De vier thyristoren sperren. De kathoden van D2,

10.8 Schakelingen met thyristoren en triac's

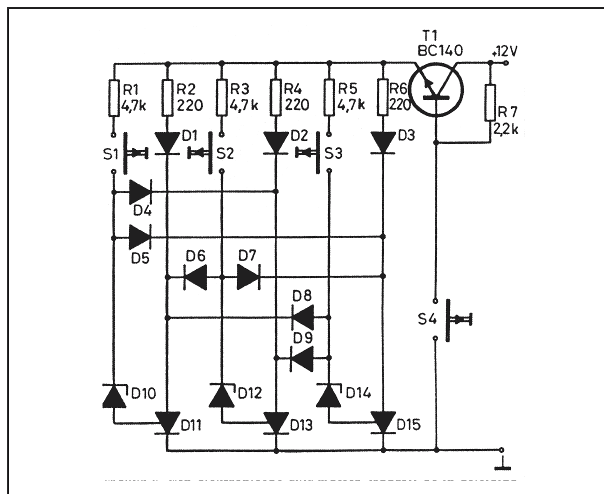
D3 en D4 zijn via de weerstanden R4, R3 en R2 met de positieve spanning verbonden, zodat er geen spanningsverschil ontstaat tussen anoden en kathoden. Het indrukken van de schakelaars S1, S2 en S3 heeft geen invloed op de schakeling. Er kan immers geen stroom vloeien in de gates van de genoemde thyristoren, omdat er geen spanningsverschil tussen gate en kathode aanwezig is. Het bedienen van S4 heeft wel gevolgen. De thyristor D5 gaat dan geleiden, zodat de anode van dit onderdeel met de massa wordt verbonden. De kathode van D4 is rechtstreeks verbonden met de anode van D5, zodat ook dit onderdeel naar massa gaat. Hetgeen tot gevolg heeft dat D4 gaat geleiden als S3 wordt ingedrukt. Er kan nu wel stroom vloeien van gate naar kathode. Het in geleiding komen van D4 heeft weer tot gevolg dat de kathode van D3 met de massa wordt verbonden, zodat deze thyristor gaat geleiden als S2 wordt gestreeld.
Afijn, u begrijpt het al. Het in geleiding komen van één thyristor heeft tot gevolg dat men de volgende uit het rijtje in geleiding kan sturen door het indrukken van zijn specifieke drukknop. Nadat men achtereenvolgens D5, D4 en D3 heeft gestuurd kan men door het bedienen van S1 uiteindelijk ook thyristor D2 sluiten. Het relais Ry1 van het elektromechanische slot wordt met de voeding verbonden, zodat het slot zich opent.
Als men een van de schakelaars S5 tot en met S8 indrukt, wordt de basis van de transistor T1 verbonden met massa. De halfgeleider spert, zodat de voedingsspanning voor de schakeling verdwijnt. Eventueel reeds geleidende thyristoren gaan dan onmiddellijk sperren zodat de cyclus vanaf de start moet worden hernieuwd.

Uitbreiden
In principe kan men deze schakeling tot in het oneindige uitbreiden. Wel enige opmerkingen. In de eerste plaats loopt de volledige voedingsstroom door de eerste thyristor D5. Het uitbouwen van de schakeling met extra trappen heeft als consequentie dat de stroom door deze thyristor toeneemt. Ook het verbruik van de schakeling gaat dan aanmerkelijk stijgen. Met de belastingsweerstanden 1 kΩ neemt de stroomopname toe met 12 mA per extra trap. In de tweede plaats is het niet helemaal terecht als gesteld wordt dat de diverse kathoden steeds met de massa worden doorverbonden. Over een geleidende thyristor valt namelijk een spanning van ongeveer 0,6 V. De geleidende thyristoren staan in serie, wat tot gevolg heeft dat het spanningsverschil tussen de voedingsspanning en de kathode van de laatst ingeschakelde thyristor steeds kleiner wordt. Na een bepaald aantal trappen wordt dit spanningsverschil zo klein, dat de gate van de volgende te ontsteken thyristor niet voldoende stroom uit de voeding kan halen. Bovendien wordt de voor het relais ter beschikking staande spanning ook steeds kleiner.

Elektronische quizmaster
Een bijna dagelijks ritueel op TV. Drie kandidaten zitten gespannen met de hand bij de knop. Een populair iemand leest een bij voorkeur zo stompzinnig mogelijke vraag voor. Wie het antwoord weet moet op zijn of haar knop drukken. De aard der vragen brengt met zich mee dat de gemiddelde Nederlandse TV-quiz niet wordt gewonnen door de slimste deelnemer/ster, maar door diegene die het snelst op zijn of haar knopje kan drukken. Hij of zij krijgt immers een

10.8 Schakelingen met thyristoren en triac's

brandend lampje cadeau en mag het antwoord op de vraag in de microfoon lispelen.
Zo'n "wie drukt het snelst" schakeling kan uiteraard ook nuttig zijn voor spelletjes in de huiskamer, zeker als dat tot gevolg heeft dat de TV wordt uitgeschakeld op momenten dat het fatsoen daarom vraagt. Met thyristoren als geheugenelementen is een elektronische quizmaster in een half uurtje opgebouwd.
Een voorbeeld is getekend in figuur 3/10.8-21.



Figuur 3/10.8-21: Een elektronische quizmaster met bistabiel geschakelde thyristoren.

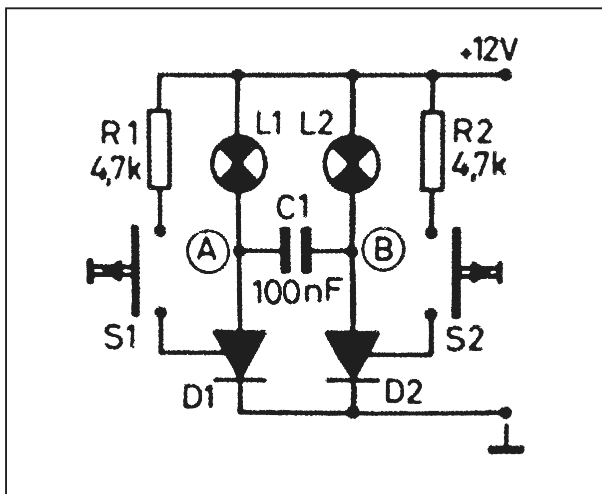
Drie thyristoren D11, D13 en D15 hebben een LED (D1, D2, D3) met voorschakelweerstand als belasting. De gates worden op de gebruikelijke manier gestuurd via een weerstand en een drukknop. Zonder de dioden D4 tot en met D9 zou iedere drukknop zijn thyristor kunnen inschakelen, onafhankelijk van elkaar. De dioden vormen echter een blokkeerschakeling, die er voor zorgt dat slechts één thyristor in geleiding kan worden gestuurd en wel die waarvan de drukknop het eerst wordt ingedrukt.

Stel dat S2 wordt bediend. Er vloeit via weerstand R3 stroom in de gate van thyristor D13, zodat deze gaat geleiden. De LED D2 gaat branden. De spanning op de anode van de thyristor wordt laag, om precies te zijn 0,6 V.
Stel dat men vervolgens D1 indrukt. De stroom die door weerstand R1 gaat vloeien kan niet doordringen tot de gate van de eerste thyristor D11. De diode D4 gaat immers geleiden, want de anode van dit onderdeel staat op een spanning van 0,6 V, dank zij de reeds geleidende thyristor D13. Op het onderste contact van S1 staat bijgevolg een spanning van 1,2 V, de som van de spanningen over D4 en D13. Deze spanning wordt aangeboden aan de serieschakeling van de zenerdiode D10 en de gate van D11. De doorslagspanning van de zener is echter 2,7 V, zodat deze lage spanning niet wordt doorgelaten en thyristor D11 niet wordt gestuurd.
Hetzelfde verhaal geldt voor de derde thyristor D15. Ook hier zal de stuurstroom voor de gate afvloeien naar de massa via de dioden D9 en D13.
Het spel kan gereset worden door de knop S4 even in te drukken. Transistor T1 spert, zodat de voedingsspanning verdwijnt en de geleidende transistor overgaat naar sperren.
Het zal duidelijk zijn dat ook deze schakeling is uit te breiden, zij het dat het noodzakelijke aantal dioden fors toeneemt.

Wissellicht schakeling
Tot slot van deze ongebruikelijke toepassingen van thyristoren een wissellicht schakeling, die bijvoorbeeld in de modelbouw erg bruikbaar kan zijn. Figuur 3/10.8-22 geeft het schema. Twee thyristoren D1 en D2 sturen ieder een lampje,

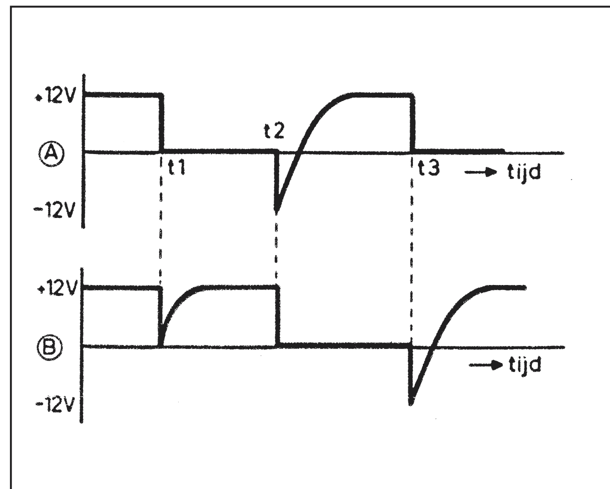
10.8 Schakelingen met thyristoren en triac's

L1 en L2. De bedoeling is dat beide lampen nooit gelijktijdig kunnen branden. Als L1 brandt en men drukt op schakelaar S2, dan moet L2 gaan branden en zijn soortgenoot L1 doven.



Figuur 3/10.8-22: De wissellicht schakeling.

Het onderdeel dat verantwoordelijk is voor het wisseleffect is de condensator C1. Deze is geschakeld tussen de beide anoden van de thyristoren. Om de werking van de schakeling te begrijpen moeten we ons voor de geest halen dat een condensator een kortsluiting vormt voor spanningssprongen. Als we aan één plaat van een condensator een snelle spanningssprong van bijvoorbeeld 0 V naar +12 V aanleggen, dan vinden we deze sprong terug op de tweede plaat.
Aan de hand van de grafieken van figuur 3/10.8-23 wordt de werking snel duidelijk. In deze grafieken zijn de spanningen op de punten A en B getekend, dus de signalen op de anoden van de thyristoren. Vóór tijdstip t1 sperren de thyristoren, de spanningen op A en B zijn gelijk aan de voedingsspanning van +12 V.
Op tijdstip t1 drukt men op schakelaar S1. Thyristor D1 gaat geleiden zodat lampje L1 gaat branden en de spanning op punt A naar 0 gaat. Deze plotse spanningsdaling wordt door de condensator doorgekoppeld naar punt B. Op tijdstip t1 wordt dus ook de spanning op de anode van D2 even nul. Deze anode is echter door middel van het lampje L2 verbonden met de positieve voedingsspanning. Vandaar dat deze negatieve sprong slechts even aanwezig blijft. Het teveel aan elektronen vloeit dadelijk af naar de voedingsspanning en punt B is weer op het stabiele potentiaal van +12 V.



Figuur 3/10.8-23: De spanningsvormen in de schakeling van figuur 3/10.8-22.

Op tijdstip t2 drukken we op schakelaar S2. De thyristor D2 wordt in geleiding gestuurd, lampje L2 gaat branden en de anode van D2 gaat naar nul. Op punt B ontstaat een negatieve spanningssprong van +12 V naar 0 V. Ook deze spanningssprong wordt door de condensator doorgekoppeld naar punt A. Dat punt voert echter een potentiaal van 0 V, vanwege het geleiden van D1. Op tijdstip t2 wordt punt A dus even gelijk aan -12 V. Dat vindt thyristor D1 niet zo leuk. Zijn anode wordt negatief ten opzichte van de kathode, zodat de diode gaat sperren.

10.8 Schakelingen met thyristoren en triac's

Lampje L1 dooft.
Conclusie: door het drukken op schakelaar S2 zal L1 doven en L2 gaan branden. Op tijdstip t3 drukt men op schakelaar S1, waardoor L1 gaat branden en zijn soortgenoot L2 dooft. De oorzaak is duidelijk.

Door het in geleiding komen van D1 ontstaat een negatieve spanningssprong op punt A. Deze wordt door de condensator doorgekoppeld naar punt B, waardoor de tweede thyristor een negatieve puls op zijn anode te verwerken krijgt. Deze halfgeleider gaat onmiddellijk sperren.

10.8 Schakelingen met thyristoren en triac's

4/2

Muziek-elektronica

Voorversterkers

Effectschakelingen

Eindversterkers

Diversen

[1] Dit hoofdstuk heeft een eigen inhoudsopgave

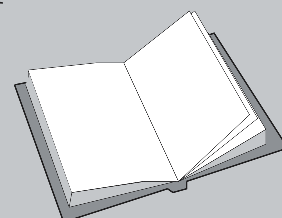
4/2.28

Peak Programme Meter (PPM) met LED-meter

Inleiding
De LED-meter van hoofdstuk 4/14.71 leent zich uitstekend voor het opbouwen van een VU-meter. Talrijk zijn de schakelingen, her en der beschreven, waarbij de lichtkolom van de UAA170 wordt aangestuurd door de gelijkgerichte signaalspanning van een laagfrequent versterker. Aan het simpelweg beschrijven van nog eens een VU-meter schakeling rond dit IC is dus weinig eer te halen en bovendien volstrekt overbodig. Anders wordt het, als we even de normale VU-meter schakelingen kritisch gaan bekijken en vaststellen dat deze de unieke eigenschappen van een LED-schaal nauwelijks waard zijn. Een LED-schaal reageert traagheidsloos op de variaties in de aangeboden spanning. Zo’n meetsysteem is bijgevolg ideaal voor het opbouwen van een echte piekmeter, een apparaat waar iedere oversturing van geluidskaart of eindversterker, al duurt die oversturing nog zo kort, onmeedogenloos mee geregistreerd kan worden.
Dat het opbouwen van een piekmeter wel wat anders is dan de constructie van een simpel VU-metertje, zal uit de loop van dit verhaal duidelijk worden.

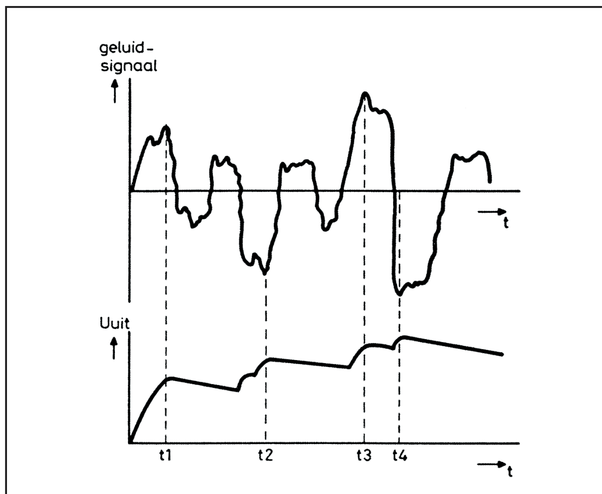
PPM, Peak Programme Meter
De PPM in de titel staat voor Peak Programme Meter, een meter waarmee de signaalpieken in een geluidssignaal opgespoord en aangeduid kunnen worden. Want, zoals figuur 4/2.28-1 duidelijk maakt, geluidssignalen zien er heel anders uit dan de gebruikelijke sinusspanningen, waarmee geluidsschakelingen in het lab op de proef gesteld worden. Geluidssignalen zijn dan in wezen wel opgebouwd uit sinusvormige componenten, de som van die harmonischen ziet er alles behalve sinusoidaal uit!
Bovendien is een geluidssignaal asymmetrisch. Pieken hoeven niet per definitie zowel gedurende de positieve als de negatieve signaalhelft voor te komen. In figuur 4/2.28-1 is er bijvoorbeeld op tijdstip t1 een duidelijke positieve piek, die zich niet herhaalt na de nuldoorgang van het signaal. Op moment t4 doet een gelijksoortig situatie zich gedurende de negatieve signaalhelft voor. Een schake-

LEES OOK:
Hoofdstuk 3/12.5
Hoofdstuk 4/2.25
Hoofdstuk 4/14.71
Hoofdstuk 6/6.9



2.28 Peak Programme Meter (PPM) met LED-meter

ling, die ontworpen wordt voor het detecteren van die signaalpieken moet zowel reageren op positieve als op negatieve pieken.



Figuur 4/2.28-1: Een geluidssignaal (boven) en de afgeleide ideale gelijkspanning voor het aansturen van een PPM-meter.

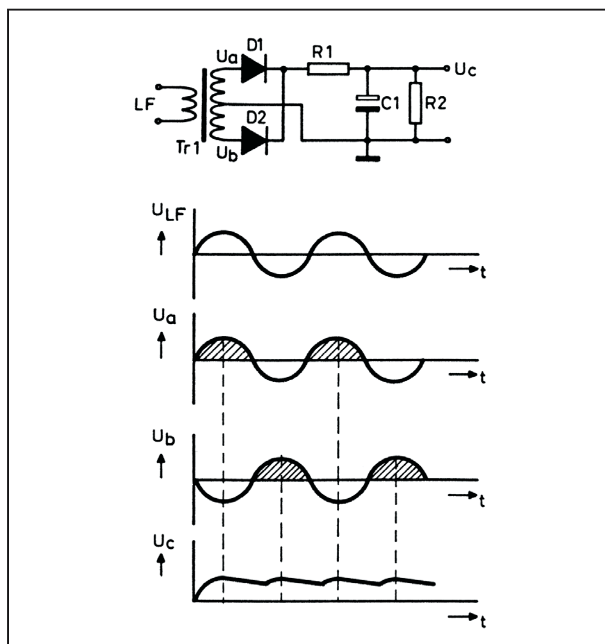
In feite moet het geluidssignaal worden omgezet in een gelijkspanning, die de contouren van het signaal exact volgt. De in figuur 4/2.28-1 getekende uitgangsspanning doet dat niet. Deze spanning volgt wél het verloop van de pieken, zowel positief als negatief, maar zakt tussen de pieken langzaam naar 0 V. Dat heeft te maken met de traagheid van het oog. Als het geluidssignaal een piekje van bijvoorbeeld 10 milliseconde lengte aanbiedt aan de schakeling en aan de LED-kolom van de LED-meter, dan zou u het even oplichten van de LED-kolom niet waarnemen. Door de uitgangsspanning van de PPM-schakeling niet dadelijk terug te laten vallen naar het signaalniveau na de piek, maar langzaam te laten dalen, blijven de LED's enige tijd de piekwaarde aangeven, zodat u deze spanningssprong rustig kunt aflezen.

Samenvatting
Kort samengevat moet een goede PPM-schakeling dus zowel op positieve als op negatieve signaalpieken reageren. De reactie op een piek moet zo snel mogelijk gebeuren (anders is de piek reeds verdwenen vooraleer de uitgangsspanning tot de piekwaarde is kunnen stijgen), terwijl de piekwaarde een bepaalde tijd vastgehouden moet worden.

Het principe van PPM-metingen
Het zal duidelijk zijn dat de simpele VU-meter schakelingen (nu we toch met afkortingen bezig zijn, VU staat voor Volume Unit) bij lange na niet voldoen aan de gestelde eisen. De meeste VU-meters zijn opgebouwd uit een voorversterkertje, een laagimpedante uitgangstrap en een diode/condensator-netwerkje voor de gelijkrichting en signaalopslag.
Het eerste euvel van zo'n schakeling is dat hij ofwel op positieve, ofwel op negatieve pieken reageert, maar niet op beide. Een tweede nadeel is de niet lineariteit van de uitlezing. Si-dioden gaan immers eerst geleiden (en dus gelijkrichten) als het spanningsverschil tussen kathode en anode gelijk is aan ongeveer 0,5 V. Kleinere ingangssignalen worden bijgevolg niet gelijkgericht. Tussen deze waarde en ongeveer 0,8 V is het verband tussen diodespanning en -stroom niet lineair. Hetgeen tot gevolg heeft dat ook het verband tussen signaalspanning en uitlezing niet lineair zal zijn. Het klassieke PPM-circuit, getekend in figuur 4/2.28-2, is dus alles behalve ideaal. Wel reageert deze schakeling op positieve én negatieve pieken.
De ingangstransformator zorgt voor twee ten opzichte van elkaar gespiegelde spanningen. Als de ingangsspanning U_{LF} positief is, dan zal Ua ook positief zijn en

2.28 Peak Programme Meter (PPM) met LED-meter

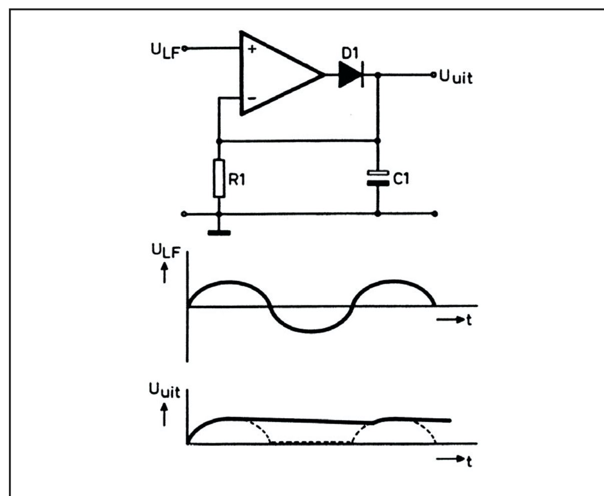
Ub negatief. De diode D1 gaat dan geleiden, zodat de condensator C1 zich via weerstand R1 oplaadt.



Figuur 4/2.28-2: De traditionele schakeling van een PPM-meter.

Bij de negatieve halve sinus van het ingangssignaal is Ua negatief en Ub positief. De diode D1 spert, maar zijn naamgenoot D2 laadt de condensator op tot een spanningswaarde, die enigszins verband houdt met de topwaarde van de negatieve halve sinus.
Met deze schakeling hebben we het probleem van het zowel op positieve als op negatieve pieken reageren opgelost, dank zij het gebruik van een trafo met twee identieke secundaire wikkelingen. Niet opgelost zijn de gevolgen van de diode-eigenschappen. De schakeling reageert niet op kleine spanningen en zal bovendien een niet lineair gebied vertonen. Gelukkig geeft de combinatie van een diode met een op-amp de mogelijkheid een ideale gelijkrichter op te bouwen.

De ideale gelijkrichter
Een op-amp streeft naar een minimaal spanningsverschil tussen positieve en negatieve ingang. Op de juiste manier toegepast biedt deze basiseigenschap van operationele versterkers ons de mogelijkheid een ideale gelijkrichter op te bouwen. Het schema is getekend in figuur 4/2.28-3. Het gelijk te richten signaal penetreert de op-amp via zijn positieve ingang. De uitgang is rechtstreeks teruggekoppeld naar de negatieve ingang, via een diode. De uitgang wordt afgetakt van deze laatstgenoemde ingang.



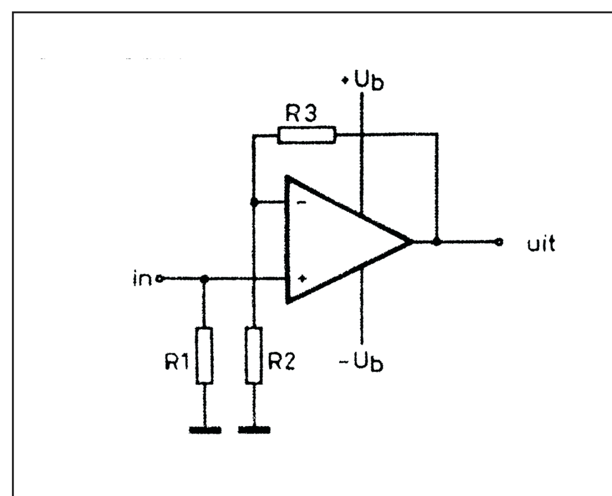
Figuur 4/2.28-3: Een ideale gelijkrichter is samengesteld uit een op-amp en een gelijkrichtdiode.

Stel, dat de ingangsspanning 1 mV positief is. Deze spanning vinden we terug op de positieve ingang van de op-amp. De negatieve ingang staat op massapotentiaal. Hij is immers door middel van de weerstand R1 met de massa verbonden. De op-amp zal ernaar streven het spanningsverschil van 1 mV tussen zijn beide ingangen te compenseren. De uitgang zal dus zó positief worden, dat de diode D1 gaat geleiden en een positieve spanning van 1 mV doorkoppelt naar de ne-

gatieve ingang. De condensator C1 zal zich dan ook tot deze spanning opladen. Conclusie: de spanning over C1 volgt tot op de millivolt nauwkeurig de spanning op de ingang van de schakeling. De nare eigenschappen van de diode zijn door de op-amp verdoezeld.
Als de ingangsspanning negatief wordt, dan zal de uitgangsspanning gelijk blijven aan nul. De diode spert immers, zodat de negatieve ingang van de op-amp nooit lager kan worden dan het massapotentiaal. De condensator C1 zal er echter zorg voor dragen, dat de spanning op de uitgang van de schakeling niet naar nul gaat, maar ongeveer gelijk blijft aan de topwaarde van de voorafgaande positieve piek. De lading van de condensator kan immers slechts mondjesmaat afvloeien naar massa via de weerstand R1. De waarde van die weerstand bepaalt zodoende de terugloop traagheid van de uitgangsspanning van de detector.

Conclusie
Als we alle informatie, tot nu toe verzameld, combineren kunnen we een aardige indruk krijgen van de voor de opbouw van een goede PPM-schakeling noodzakelijke schakelblokken. In de eerste plaats hebben we een fasedraaier nodig, die het ingangssignaal omkeert. Dan kunnen we met onze gelijkrichters zowel de positieve als de negatieve pieken de baas. Natuurlijk kiezen we niet voor een oud-modische trafo. Met een op-ampje is een veel betere en eenvoudiger fasedraaier te realiseren! Daarnaast zullen er wel twee ideale gelijkrichters volgens figuur 4/2.28-3 noodzakelijk zijn, eentje voor de positieve en eentje voor de fasegedraaide negatieve toppen. Maar alvorens we de verschillende delen van het blokschema gaan bespreken een paragraafje over het voeden van op-amps.

De instelling van operationele versterkers
Met operationele versterkers zijn op een zeer eenvoudige manier diverse schakelingen op te bouwen, als we uitgaan van een symmetrische voeding, bijvoorbeeld plus en minus 12 V. Naast de op-amp hebben we bijvoorbeeld maar drie weerstanden nodig voor het ontwerpen van een goede versterker, zie figuur 4/2.28-4.

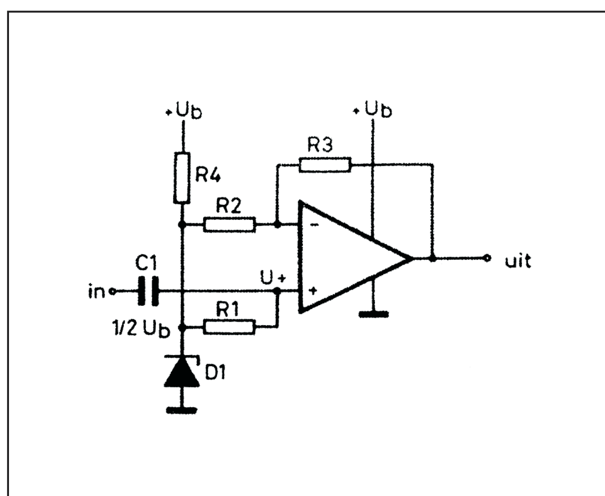


Figuur 4/2.28-4: Eenvoudige versterker met symmetrische voeding.

Het ingangssignaal wordt aangeboden op de positieve ingang. Deze is door middel van de weerstand R1 ingesteld op de helft van de voedingsspanning. Omdat de voeding symmetrisch is, is die helft gelijk aan 0 V, het volstaat dus deze ingang door middel van een weerstand met de massa te verbinden. De versterking van de trap is afhankelijk van een terugkoppeling van de uitgang naar de negatieve ingang. De spanningsdeler R2-R3 koppelt een deel van de uitgangsspanning terug naar de inverterende ingang.

2.28 Peak Programme Meter (PPM) met LED-meter

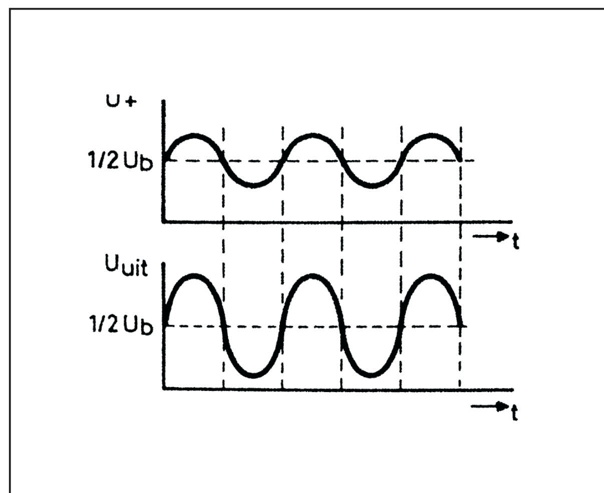
De LED-meter van hoofdstuk 4/14.71 heeft echter slechts één voedingsspanning: 12 V positief. Schakelingen met op-amp's worden dan veel gecompliceerder. Gelukkig kunnen we uit één positieve voedingsspanning toch een soort symmetrische voeding voor onze achtpoten opbouwen. Als we namelijk door middel van een weerstand en een zenerdiode uit de 12 V voeding een spanning afleiden, die precies gelijk is aan de helft van de totale voedingsspanning, dan kunnen we die spanning beschouwen als een kunstmatig nulpunt tussen de massa en +Ub.



Figuur 4/2.28-5: Het werken met een "virtueel nulpunt", waardoor een symmetrische voeding wordt gesimuleerd.

De massa wordt dan een kunstmatige negatieve voedingsspanning voor de op-amp's, het knooppunt van zenerdiode en weerstand wordt de kunstmatige massa en de positieve spanning Ub blijft uiteraard de positieve voedingsspanning voor de schakelingen. Een en ander is toegelicht in het schema van figuur 4/2.28-5. Deze figuur geeft een verstertrap, op deze manier opgebouwd. De positieve ingang van de op-amp is door middel van de weerstand R1 ingesteld op de helft van de voedingsspanning, op het kunstmatige nulpunt, dus. Het signaal wordt door middel van een scheidingscondensator op deze instelling gesuperponeerd. De terugkoppeling van uitgang naar de negatieve ingang is eveneens met dit kunstmatig nulpunt verbonden.

Zonder signaal op de ingang zullen alle aansluitingen van de op-amp op de helft van de voedingsspanning zijn ingesteld. Als er wel signaal wordt aangeboden zal het uitgangssignaal symmetrisch rond het kunstmatig nulpunt gaan variëren, zie figuur 4/2.28-6.



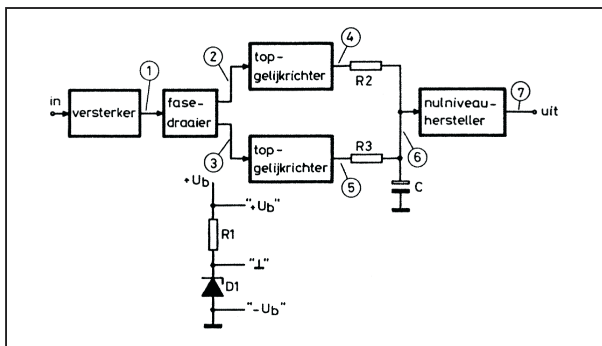
Figuur 4/2.28-6: De in- en uitgangsspanningen van figuur 4/2.28-5 variëren rond de helft van de beschikbare voedingsspanning.

Het blokschema van de schakeling

Figuur 4/2.28-7 geeft het volledige blokschema van de PPM-schakeling. Het ingangssignaal wordt aangeboden aan een voorversterker, waarmee we de gevoeligheid van de schakeling op iedere gewenste waarde vanaf 150 mV volle schaal

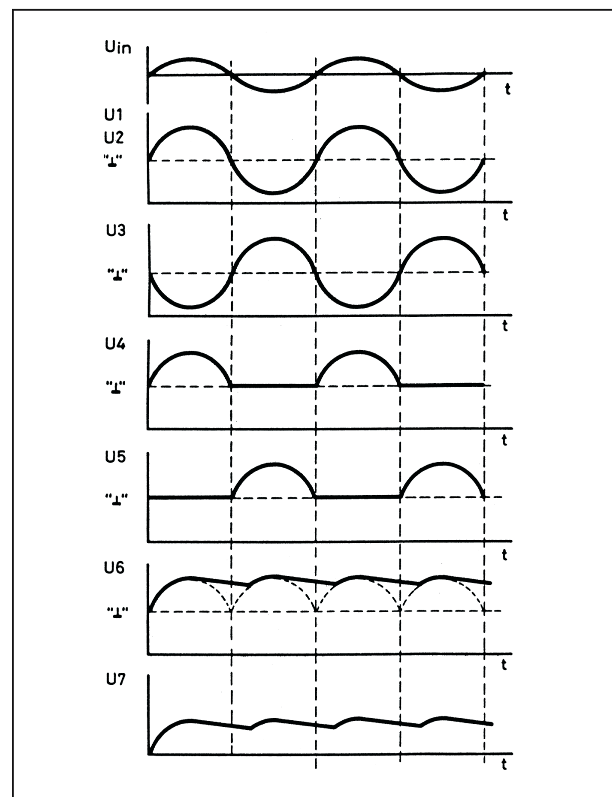
2.28 Peak Programme Meter (PPM) met LED-meter

kunnen instellen. Na de voorversterker volgt de fasedraaier, die het versterkte ingangssignaal omvormt tot twee gespiegelde spanningen. Deze twee signalen worden door twee topgelijkrichters onder handen genomen. De twee gelijkgerichte uitgangsspanningen sturen de laadcondensator C via de weerstanden R2 en R3. Over de condensator ontstaat een positieve gelijkspanning, waarvan de waarde de signaalpieken trouw volgt. De laatste trap van het blokschema, de nulniveau hersteller, eist enige toelichting.



Figuur 4/2.28-7: Het blokschema van de PPM-meter.

De schakeling wordt op de beschreven manier gevoed uit de +12 V voedingsspanning. Dat heeft tot gevolg dat alle spanningen gesuperponeerd zijn op de helft van de voedingsspanning. Kijk maar naar de grafiek van figuur 4/2.28-8! De gelijkgerichte signaalspanning U6 zal bijgevolg ook op de helft van de voedingsspanning zitten. Dat is niet zo leuk, want een en ander heeft tot gevolg dat bij 0 V signaal op de ingang er toch een gelijkspanning van ongeveer +6 V over de condensator C staat. We kunnen deze spanning niet zonder meer aan de ingangsklemmen van de LED-meter aanleggen. De spanning zou de meter “in de hoek sturen”: niet de eerste maar de laatste LED zou gaan branden. Kortom: we moeten er voor zorgen dat alleen maar de gelijkgerichte signaalspanning naar de LED-print wordt gestuurd. Vandaar de extra schakeltrap, die nuttige meetspanning en instelspanning van elkaar scheidt. Vergelijking van de grafieken U6 en U7 in figuur 4/2.28-8 maakt een en ander duidelijk.



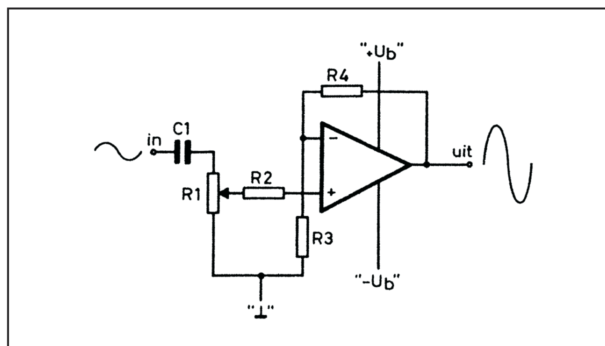
Figuur 4/2.28-8: De spanningsvormen van figuur 4/2.28-7 in beeld gebracht.

De ingangsversterker

Het schema van de praktische ingangsversterker is getekend in figuur 4/2.28-9. Het ingangssignaal wordt via een scheidingscondensator aangeboden aan een instelpotentiometer R1, waarmee de gevoeligheid van de schakeling wordt ingesteld. Deze potentiometer ligt niet aan de echte massa, maar aan het kunstmatig massapunt. Voor het ingangssignaal

2.28 Peak Programme Meter (PPM) met LED-meter

maakt dat niets uit, omdat dit kunstmatige punt via een grote condensator met de echte massa verbonden is en dus voor wisselspanningen goed is ontkoppeld. De weerstanden R3 en R4 stellen de versterking van de op-amp in op een factor elf.

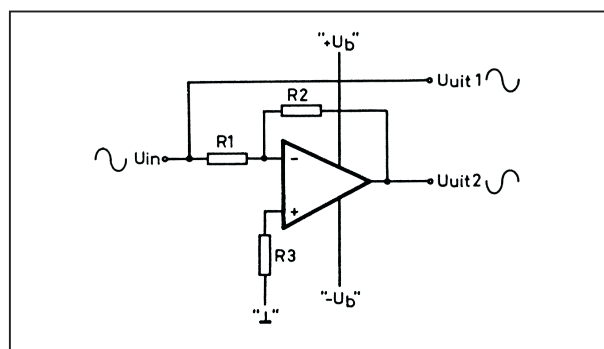


Figuur 4/2.28-9: De praktische schakeling van de ingangsversterker.

De werking is als volgt. Stel dat de positieve ingang van de op-amp op een spanning van +1 V staat. De op-amp stuurt zijn uitgang zo, dat dezelfde spanning terug is te vinden op de negatieve ingang. Daar R4 tien maal groter is dan R3, zal de uitgangsspanning elf maal groter zijn dan de spanning op de positieve ingang. Over R3 valt dan 1 V, over R4 10 V.

De fasedraaier

De fasedraaier, zie figuur 4/2.28-10, is net zo eenvoudig als de voorversterker. Nu wordt echter het signaal toegevoerd aan de negatieve ingang van de op-amp, terwijl de positieve ingang is verbonden met het kunstmatige nulpunt. De weerstanden R1 en R2 zijn gelijk. In rust, dus zonder ingangssignaal, staat de negatieve ingang ook op de helft van de voedingsspanning. Dat is immers de instelspanning op de uitgang van de voorversterker. Er heerst geen spanningsverschil tussen beide ingangen, ook de uitgang zal zich op dit potentiaal bevinden. Als de ingang 1 V positiever wordt, dan zal de op-amp zich zo instellen dat het spanningsverschil tussen de ingangen toch gelijk blijft aan nul. Dat kan alleen als de uitgang van de schakeling 1 V negatiever wordt. Dan heerst er spanningsevenwicht, over R1 en R2 valt 1 V, de negatieve ingang blijft op het kunstmatige nulpunt.



Figuur 4/2.28-10: Het schema van de fasedraaier.

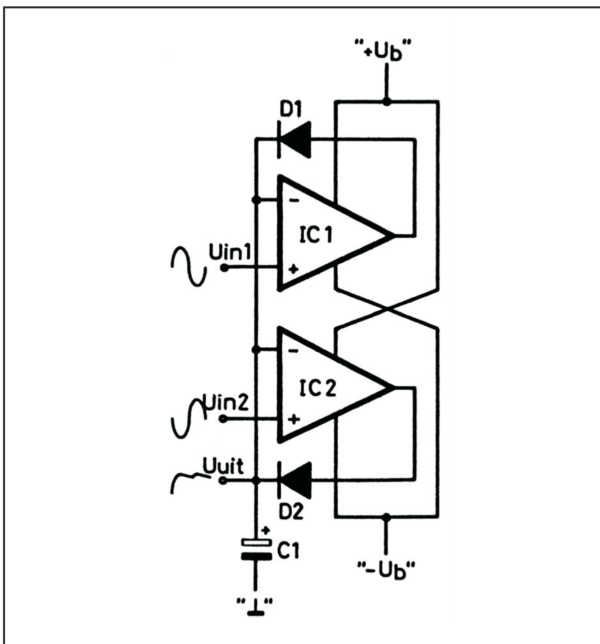
Conclusie: de spanningsvariaties op de ingang en de uitgang zijn absoluut gezien even groot, alleen de richting van de afwijking is tegengesteld. Wordt de ingang positief ten opzichte van het kunstmatige nulpunt, dan wordt de uitgang even veel volt negatief ten opzichte van dat punt. Hetgeen een ideale fasedraaier inhoudt. De ingang van de schakeling is meteen ook de tweede uitgang. Op beide uitgangen vinden we twee in fase gedraaide spanningen terug, klaar voor verwerking door de topgelijkrichters.

De topgelijkrichters

De totale gelijkrichterschakeling is getekend in figuur 4/2.28-11. De twee operationele versterkers worden op hun positieve ingangen aangestuurd door de signalen afkomstig van de fasedraaier. De

2.28 Peak Programme Meter (PPM) met LED-meter

twee uitgangen gaan met de reeds bekende terugkoppeldioden naar de negatieve ingangen. Deze ingangen kunnen zonder meer rechtstreeks met elkaar worden verbonden. Immers, de schakeling heeft niet tot taak de contouren van de aangeboden spanningen precies te volgen.
Het enige dat van belang is, is dat de pieken op het ingangssignaal wel doordringen tot de uitgang.



Figuur 4/2.28-11: Het praktisch schema van de topgelijkrichters.

Dat gebeurt zonder meer. De dioden gaan geleiden als de spanning op de samengevoegde negatieve ingangen kleiner wordt dan de spanning op een van de positieve ingangen. Welke diode gaat geleiden wordt bepaald door die positieve ingang die positiever wordt dan de uitgangsspanning. Bij vergelijking van dit schema met het basisschema van figuur 4/2.28-3 valt op dat twee weerstanden ontbreken: de laad- en ontlaadweerstanden voor de condensator. Als laadweerstand gebruiken we de uitgangsimpedantie van de op-amp's. De ontlaadweerstand is hier niet getekend, omdat die verwerkt is in het laatste blok van de schakeling, de niveauhersteller.

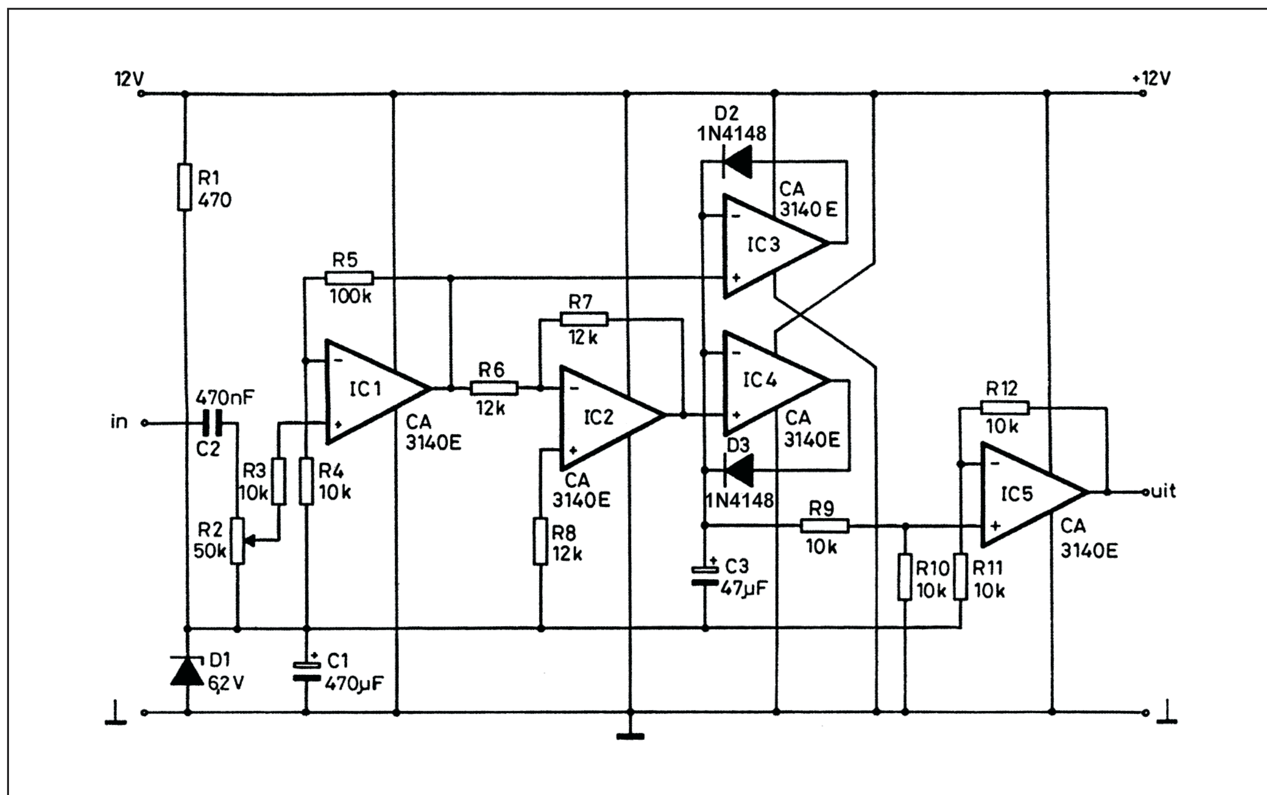
Het volledig schema

Het volledig schema van de PPM-schakeling is getekend in figuur 4/2.28-12. We herkennen onmiddellijk de diverse afzonderlijk besproken deelschakelingen. Alleen de laatste trap rond IC5 is niet behandeld, maar dat is een gewone verschilversterker. Deze trekt de halve voedingsspanning af van de uitgangsspanning van de topdetectoren, zodat het nulpunt zonder problemen wordt hersteld.
De positieve ingang van op-amp IC5 is door middel van een spanningsdeler aangesloten op de laadcondensator C3. R9 en R10 vormen tevens de ontlaadkring voor de condensator. De negatieve ingang gaat naar een identieke spanningsdeler, die geschakeld is tussen de uitgang en de kunstmatige massa. Omdat de vier weerstanden gelijk zijn, zal op de uitgang het spanningsverschil verschijnen tussen de condensatorspanning en de kunstmatige nul. Dat verschil is niets anders dan de gelijkgerichte signaalspanning. Deze stuurt rechtstreeks de ingang van de LED-meter uit hoofdstuk 4/14.71.

De voeding

Het voedingsspanningsnetwerk is opgebouwd uit de weerstand R1, de zenerdiode D1 en de condensator C1. De voedingsspanning is +12 V, de helft valt over R1 en de tweede helft over de zener van 6,2 V. De kunstmatige massa staat dus inderdaad op de helft van de beschikbare voedingsspanning.

2.28 Peak Programme Meter (PPM) met LED-meter



Figuur 4/2.28-12: De volledige praktische schakeling van de PPM-meter.

ONDERDELENLIJST

WEERSTANDEN, 1/4 W, 5 %

R1	**470 Ω**
R3,R4,R9,R10,R11,R12	**10 kΩ**
R5	**100 kΩ**
R6,R7,R8	**12 kΩ**

INSTELPOTENTIOMETER, STAAND 10 x 5 mm

R2	**50 kΩ**

CONDENSATOREN

C1	**470 nF**	**MKH**
C2	**470 µF**	**16 V printelco**
C3	**47 µF**	**16 V printelco**

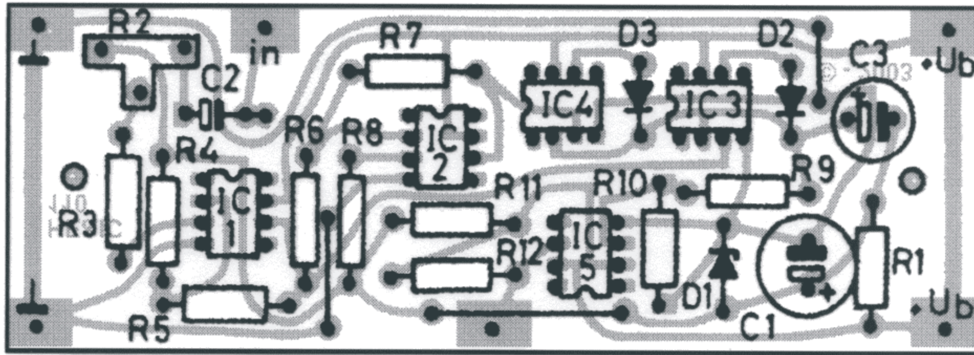
HALFGELEIDERS

D1	**zenerdiode, 6,2 V, 400 mW**
D2,D3	**1N4148**
IC1-IC5	**CA3140, mini-DIL**

DIVERSEN

5	**IC-voetje, 8 pennen**
6	**printsoldeerlipje**

2.28 Peak Programme Meter (PPM) met LED-meter

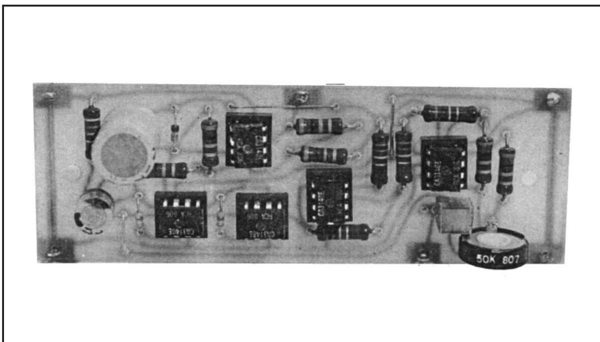


Figuur 4/2.28-14: De componentenopstelling voor de PPM-meter.

De bouw van de schakeling

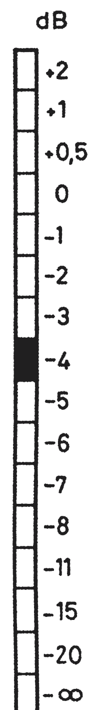
Op de laatste pagina van dit hoofdstuk treft u de print aan als figuur 4/2.28-13. Deze moet niet als sandwich op de LED-meter worden gemonteerd, maar er achter.

De bestukking volgt uit figuur 4/2.28-13. Nadat de drie draadbruggetjes zijn gemonteerd volgen de overige onderdelen in de logische volgorde: soldeerlipjes, IC-voetjes, dioden, weerstanden, condensatoren, trimpotmeter.



Figuur 4/2.28-15: De compleet gemonteerde print.

De nieuwe print past precies achter de LED-print en drie kleine draadbruggetjes kunnen zorg dragen voor de onderlinge verbindingen.



Figuur 4/2.28-16: De schaalijking van de PPM-meter.

De foto van figuur 4/2.28-15 geeft een impressie van de compleet gemonteerde print.

2.28 Peak Programme Meter (PPM) met LED-meter

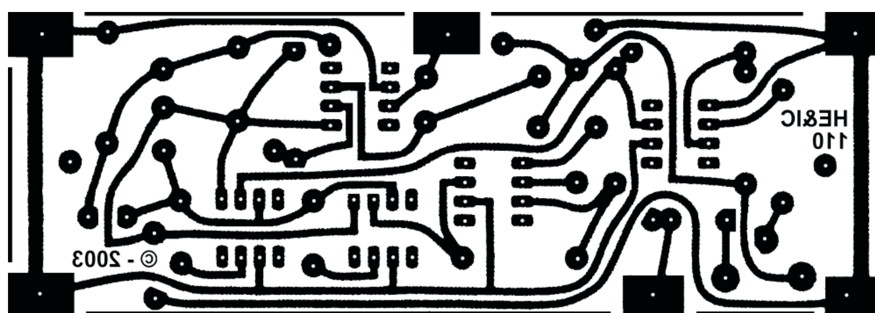
Het gebruik van de schakeling

De schakeling zal het vaakst toegepast worden als piekmeter bij het digitaliseren van analoge audio en als oversturingsindicatie bij eindversterkers. Door middel van de instelpotentiometer R2 kunt u de gevoeligheid van de meter aanpassen aan de specifieke toepassing.

De schaal van de LED-meter wordt uiteraard in decibel geijkt. Figuur 4/2.28-16 geeft een impressie van de gemeten schaalindeling. De spanningsdrempels van de LED-print worden met de twee instelpotentiometers op de print afgeregeld op 0 V en 2 V.
Bij 2 V uitgangsspanning van de PPM-schakeling moet de lichtkolom dus volledig uitgestuurd worden.

2.28 Peak Programme Meter (PPM) met LED-meter

2.28 Peak Programme Meter (PPM) met LED-meter



Figuur 4/2.28-13: De print voor de schakeling.

HOE MAAKT U DEZE PRINT?

OPTIE 1: zelf maken

U scant deze pagina en drukt deze met een inkjet-printer af op A4 formaat op transparante folie. U knipt de print uit en belicht er de fotogevoelige printplaat mee.

OPTIE 2: via Internet

Op **www.hobbyelektronica.nu** selecteert u uit het linker menu de optie “Printservice”. In het rechter venster selecteert u het hoofdstuknummer. U kunt nu de print als TIF-file downloaden. U opent deze file in een beeldbewerkingsprogramma en drukt deze met de op de Internet-pagina aangegeven afmetingen op transparante folie af. U belicht hiermee de fotogevoelige print.

OPTIE 3: bestellen

U stuurt een **ONGEFRANKEERD** briefje naar Vego VOF, Antwoordnummer 30020, 6374 ED Landgraaf, met vermelding van het hoofdstuknummer. U krijgt per kerende post het printontwerpje op transparante folie **GRATIS** toegestuurd. U belicht hiermee de fotogevoelige print.

2.28 Peak Programme Meter (PPM) met LED-meter

4/14

Overige schakelingen

Afstandsbediening schakelingen

Alarm en melding schakelingen

4/14.5 Elektronisch codeslot
(verschenen in de 26e aanvulling)

4/14.6 Universele personendetector met 220 V uitgang
(verschenen in de 49e aanvulling)

4/14.7 Universele ultrasone bewegingsdetector
(verschenen in de 36e aanvulling)

4/14.15 Laser lichtsluis met bereik van 100 meter
(verschenen in de 57e aanvulling)

4/14.20 Alarminrichting met dubbele beveiliging
(verschenen in de 7e aanvulling)

4/14.21 Melodieuze huisbel
(verschenen in de 21e aanvulling)

4/14.25 Universele geluidsschakelaar met geheugen
(verschenen in de 58e aanvulling)

4/14.34 Eenvoudige thermische overbelastingsbeveiliging
(verschenen in de 14e aanvulling)

4/14.42 Alarm voor diepvriezer
(verschenen in de 65e aanvulling)

4/14.43 Radar bewegingsmelder
(verschenen in de 66e aanvulling)

4/14.44 Universele temperatuur zekering
(verschenen in de 69e aanvulling)

4/14.50 Universeel gasalarm
(verschenen in de 83e aanvulling)

4/14.51 Automatisch schakelende lamp met PID-sensor
(verschenen in de 84e aanvulling)

4/14.56 Grootvermogen alarmsirene met test- en reset-functie
(verschenen in de 88e aanvulling)

4/14.64 Babyfoon alarm via de telefoonlijn
(verschenen in de 97e aanvulling)

Home elektronica

4/14.23 Elektronische regeling van de centrale verwarming [1)]

4/14.24 Een elektronisch weerstation [1)]

4/14.49 Elektronische water-ontharder
(verschenen in de 82e aanvulling)

4/14.60 Exclusief weerstation met dot-bar display
(verschenen in de 90e aanvulling)

4/14.63 Peuterspeeltje met licht- en geluidseffecten
(verschenen in de 94e aanvulling)

4/14.70 Universele tiptoets schakelaar
(verschenen in de 102e aanvulling)

Indicator schakelingen

4/14.9 Elektronische verplaatsingsmeter (pulsteller)
(verschenen in de 2e aanvulling)

4/14.17 Universele digitale paneelmeter voor DC en AC_{eff}
(verschenen in de 50e aanvulling)

4/14.22 Universele laagfrequent LED-indicator
(verschenen in de 9e aanvulling)

4/14.47 Eenvoudige leidingzoeker
(verschenen in de 80e aanvulling)

4/14.55 Universele digitale +/-1,9999 V paneelmeter
(verschenen in de 87e aanvulling)

4/14.71 Universeel dot/bar LED-display met 16 LED's
(verschenen in de 110e aanvulling)

Licht schakelingen

4/14.8 Lichtslangsturing
(verschenen in de 2e aanvulling)

4/14.37 Sluimerdimmer met hoofd- en nevensensoren
(verschenen in de 16e aanvulling)

Motor besturingen

Spelletjes

Telecommunicatie schakelingen

Tijd en chronometer schakelingen

Voeding schakelingen

4/14.3 12 V_{DC} naar 220 V_{AC} omzetter voor kleine belastingen
(verschenen in de 48e aanvulling)

4/14.10 Hulpapparaat voor het automatisch uitschakelen van een accu-lader
(verschenen in de 4e aanvulling)

4/14.11 Pulsbreedte gestuurde voeding voor DC-belastingen
(verschenen in de 56e aanvulling)

4/14.14 Transformatorloze AC/DC omzetter
(verschenen in de 9e aanvulling)

4/14.16 Ladingscontrole voor Nicad cellen
(verschenen in de 57e aanvulling)

4/14.35 Spanningsniveau converter, TTL naar bipolair
(verschenen in de 14e aanvulling)

4/14.36 Spanningsniveau converter, bipolair naar TTL
(verschenen in de 14e aanvulling)

[1)] Dit hoofdstuk heeft een eigen inhoudsopgave

4/14.71

Universeel dot/bar LED-display met 16 LED's

Inleiding

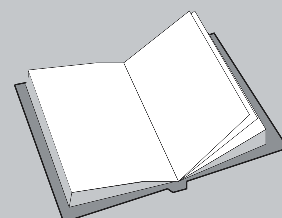
De UAA170 standaard
Hoewel er heel wat IC's op de markt zijn die één of meerdere LED's laten branden, afhankelijk van de grootte van de aan de ingang aangeboden gelijkspanning, is het toch zo dat de UAA170 en UAA180 van Siemens een overgroot gedeelte van de toepassingen op dit gebied voor hun rekening nemen. Deze IC's waren de eerste die voor dit soort LED-meters in de doe-het-zelf sector beschikbaar waren en zijn uitgegroeid tot een goedkope de-facto standaard op dit gebied. De schakeling in dit hoofdstuk heeft de UAA170 als basis. Dat is een IC dat 16 op een rijtje opgestelde LED's kan sturen, waarbij de grootte van de ingangsspanning bepaalt welke LED gaat oplichten. Er brandt dus steeds maar één LED, een principe dat door het leven gaat als dot-uitlezing.

Toepassingen
Deze schakeling is ontworpen als basis voor een aantal toepassingen. Iedere toepassing zal op een eigen, klein printje ondergebracht worden, dat zeer eenvoudig met de print voor de uitlezing samengebouwd kan worden.
Een eerste toepassing is een accuspanningsmeter met onderdrukt nulpunt, die uiteraard in deel 4/8 aan de orde zal komen. Een tweede toepassing is een luxe VU-meter, die in deel 4/2 wordt beschreven. Een derde toepassing is een reactietijd meter, die in dit deel wordt ondergebracht.

Van dot naar bar
Met een extra printje krijgt de schakeling dezelfde uitlezing als de UAA180. Dan zal niet één LED branden, maar een hele kolom. De lengte van de oplichtende kolom is dan afhankelijk van de grootte van de ingangsspanning. Dit principe wordt bar-uitlezing genoemd. Deze zogenaamde thermometerschaal wordt vaak toegepast bij LED VU-meters.

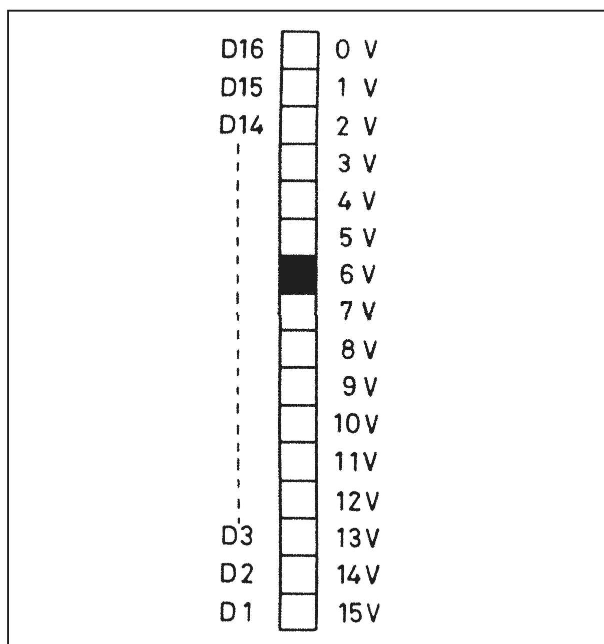
De UAA170
In deze paragraaf zullen we de hoofdrolspeler van deze bouwbeschrijving in kort

LEES OOK:
Hoofdstuk 4/14.22
Hoofdstuk 4/14.72
Hoofdstuk 6/6.9



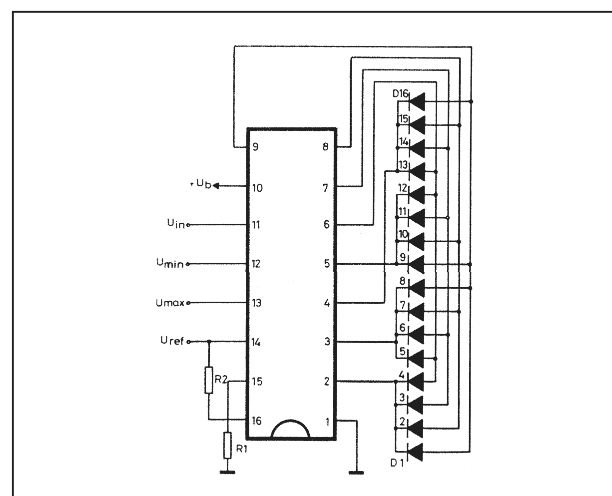
14.71 Universeel dot/bar LED-display met 16 LED's

bestek presenteren: de UAA170. De uitlezing van het IC wordt verzorgd door 16 LED's, die ofwel keurig in een rij worden opgesteld, ofwel grilligere vormen kunnen vertonen, zoals bijvoorbeeld een deel van een cirkel. In figuur 4/14.71-1 is een typische uitlezing getekend. De 16 LED's zijn keurig in een rijtje gesoldeerd, waarbij bij voorkeur de bekende platte LED's uitgekozen worden. In het getekende voorbeeld gaat LED D10 branden. Dat wil zeggen dat de gemeten ingangsspanning ongeveer gelijk is aan 6 V.
De nauwkeurigheid van zo'n uitlezing is uiteraard niet zo groot. De spanning kan zowel 5,7 V als 6,3 V zijn. LED voltmeters worden dus niet gebruikt vanwege de hoge nauwkeurigheid. Wel staat er een heleboel voordelen tegen dit ene nadeel. De LED-meter is onverwoestbaar, is snel en in vele gevallen goedkoper dan een draaispoelmeter of zevensegment uitlezing.



Figuur 4/14.71-1: Het principe van de kolomuitlezing met LED's.

Het basisschema van de LED-meter
Hoe een en ander in het werk gaat is getekend in figuur 4/14.71-2, waar we de basis-schakeling rond het IC getekend hebben. Het geïntegreerde circuit is ondergebracht in een 16-pins huisje. De voedingsspanning wordt aangesloten tussen de pennen 1 en 10. Pen 1 is dan de massa, terwijl aansluiting 10 voorzien wil worden van een positieve spanning tussen 9 V en 18 V. De aansluitingen 2 tot en met 9 worden gebruikt voor het sturen van de lichtgevende dioden. Er zijn dus slechts acht aansluitingen beschikbaar voor het sturen van 16 LED's. Uit het schema volgt hoe men dit probleem heeft opgelost. De LED's zijn onderverdeeld in groepen van vier, die ieder uit één pen gestuurd worden. Verder in het verhaal komen we terug op deze sturing.



Figuur 4/14.71-2: Het basisschema rond de UAA170.

In het IC is een referentiespanning ingebouwd. Deze constante, gestabiliseerde spanning van ongeveer 5 V staat ter beschikking op aansluiting 14. De stroom, die uit deze uitgang afgenomen mag worden, bedraagt 3 mA. Het nut van deze referentiespanning zal later duide-

14.71 Universeel dot/bar LED-display met 16 LED's

lijk worden. De aansluitingen 15 en 16 stellen de stroom in, die door de LED's zal vloeien. De instelspanningen op deze pinnen bepalen zodoende de helderheid van de uitlezing. De stroom door de LED's kan variëren tussen 0 en 50 mA. Het regelgebied van de stroom is afhankelijk van de waarde van de weerstand tussen aansluiting 15 en de massa. Is deze weerstand (R1 in figuur 4/14.71-2) gelijk aan 1 kΩ, dan staat het volledige regelgebied van 0 tot 50 mA ter beschikking. De waarde van de stroom binnen dit gebied wordt bepaald door de weerstand tussen de pennen 14 en 16. Is deze weerstand groter dan 40 kΩ, dan is de diodestroom nul. De uitlezing is dus gedoofd. De maximale stroom van 50 mA vloeit door de lichtgevende dioden, als de weerstand tussen 14 en 16 gelijk is aan 10 kΩ.

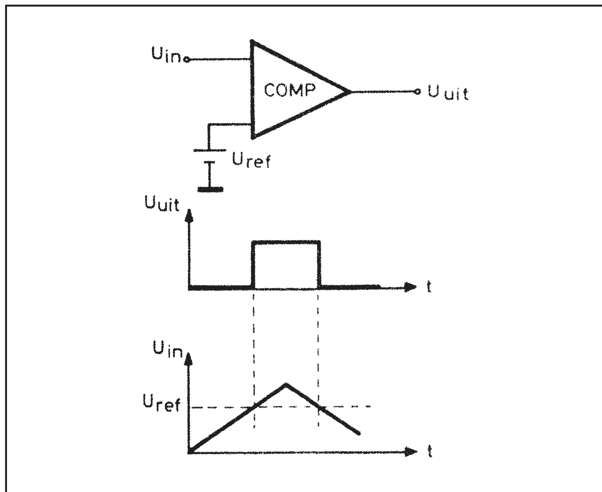
De te meten ingangsspanning wordt aangelegd op aansluiting 11. Soms komt deze spanning rechtstreeks aan deze pen. Daar echter de spanning op deze ingang maximaal 6 V mag zijn, zal vaak een spanningsdeler tussen de te meten spanning, pin 11 en de massa geschakeld worden. De ingang van het IC is vrij hoogohmig. De schakeling vraagt maximaal 1 µA van de aan pin 11 aangelegde spanning.
De aansluitingen 12 en 13 zijn tot nu toe onbesproken. Zij worden aangesloten op twee gelijkspanningen tussen 0 V en 6 V waarbij de spanning op pen 13 altijd groter moet zijn dan de spanning op aansluiting 12. Deze twee instelspanningen bepalen het meetbereik van de meter. Als pen 12 op 0 V staat en pen 13 op 6 V loopt het meetbereik van de meter van 0 V tot 6 V. Dat wil zeggen dat alle 16 LED's een na een oplichten als de ingangsspanning langzaam stijgt van 0 V tot 6 V. Als U12 gelijk is aan 2 V en U13 gelijk aan 4 V loopt het meetbereik van de meter van 2 V tot 4 V. Zolang de ingangsspanning op pen 11 kleiner is dan 2 V zal de eerste LED uit het rijtje branden. Als de spanning stijgt van 2 V tot 4 V zullen alle LED's een na een oplichten. De laatste LED blijft branden, zolang de ingangsspanning groter is dan 4 V.
Naast deze instelling van het meetbereik bepalen de spanningen op 12 en 13 ook het soort uitlezing. Als de spanning op pin 13 meer dan 4 V groter is dan de spanning op 12 zullen de LED's een na een gaan branden. Zodra de ene dooft, gaat de volgende opgloeien. Is het spanningsverschil tussen 12 en 13 kleiner dan 1,2 V dan is de overgang geleidelijk. Terwijl de ene LED nog zwak brandt, begint de volgende al op te lichten. Tussen 4 V en 1,2 V spanningsverschil heeft men een overgangssituatie van de ene naar de andere soort uitlezing.

De werking van het IC

Hoewel de exacte werking van de schakeling voor eeuwig verborgen blijft in de ingewanden van het zwarte lijfje, zullen we in deze paragraaf een poging wagen de principiële werking van het IC toe te lichten. Het hart van de schakeling, om maar in chirurgische termen te blijven spreken, is een comparator. De werking van deze schakeling wordt toegelicht aan de hand van figuur 4/14.71-3. Een comparator heeft twee ingangen, waarvan één wordt aangesloten op een constante spanning U_{ref}. De tweede ingang moet de ingangsspanning onder zijn hoede nemen.
De comparator zal nu de grootte van de ingangsspanning vergelijken met de waarde van de constante spanning. Zo-

14.71 Universeel dot/bar LED-display met 16 LED's

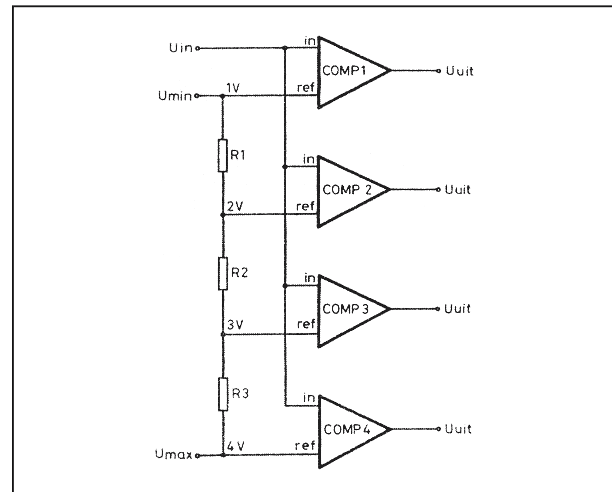
lang de ingangsspanning kleiner is dan de referentiespanning zal de uitgang van de schakeling nul zijn.



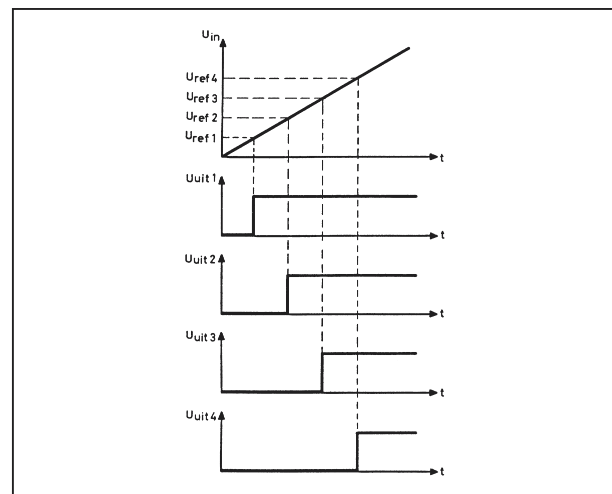
Figuur 4/14.71-3: De werking van een comparator.

Op het moment dat de ingangsspanning groter wordt dan de referentie, zal de uitgang van de schakeling omklappen en positief worden. De ingangskring van het IC is opgebouwd uit niets meer dan zestien van dat soort comparatoren. In figuur 4/14.71-4 is het schema getekend, maar er zijn slechts vier van de in totaal zestien trappen getekend. Alle bovenste ingangen van de comparatoren zijn parallel geschakeld en verbonden met de te meten ingangsspanning U_{in}.
Tussen de pennen 12 en 13 zijn drie weerstanden in serie geschakeld, die dezelfde waarde hebben. De referentie-ingangen van de comparatoren zijn verbonden met de knooppunten van deze serieschakeling. Het zal duidelijk zijn dat het spanningsverschil tussen U_{min} en U_{max} zich evenredig verdeeld over de weerstanden. Over iedere weerstand ontstaat dus een even grote spanning, zodat iedere referentiespanning een constante factor hoger is dan de vorige.

In de grafieken van figuur 4/14.71-5 is dit geïllustreerd.



Figuur 4/14.71-4: Een vereenvoudigde voorstelling van de ingangskring van de UAA170.



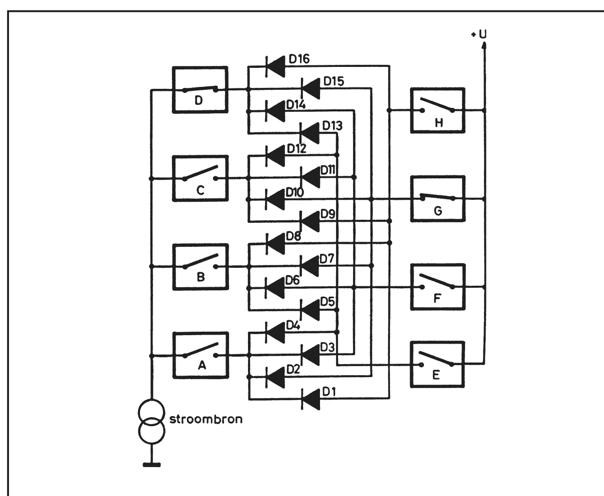
Figuur 4/14.71-5: De grafische verklaring van de werking van de comparator schakeling van figuur 4/14.71-4.

U_{min} is gelijk aan 1 V, U_{max} is gelijk aan 4 V. Hieruit volgt dat U_{ref1} 1 V is, U_{ref2} 2 V, U_{ref3} 3 V en U_{ref4} 4 V. Als de ingangsspanning stijgt van 0 V nul naar 5 V zullen de uitgangen van de comparatoren één na één omschakelen.

14.71 Universeel dot/bar LED-display met 16 LED's

In het IC UAA170 gebeurd precies hetzelfde, maar dan met 16 comparatoren. De informatie op de 16 uitgangen van die schakelingen wordt gebruikt voor het sturen van de LED's.

De sturing van de LED's
De sturing van de LED's wordt verklaard aan de hand van figuur 4/14.71-6. De zestien lichtgevende dioden zijn verbonden met acht elektronische schakelaars. De kathoden van vier LED's zijn steeds gemeenschappelijk verbonden met één van de elektronische schakelaars A, B, C of D. Deze schakelaars gaan via een constante stroombron naar de massa. Uit iedere groep van vier LED's gaat één anode naar een schakelaar uit de groep E, F, G of H. Deze schakelaars verbinden de anoden van de lichtgevende dioden met de positieve voedingsspanning.

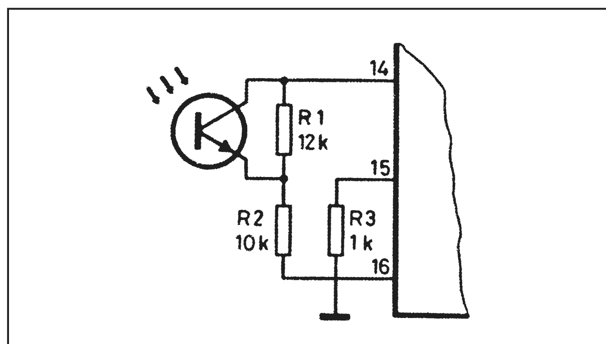


Figuur 4/14.71-6: De werking van de LED-besturing.

De acht elektronische schakelaars worden gestuurd uit de comparatoren, weliswaar met tussenschakeling van een brok digitale elektronica. Deze schakeling zal er voor zorgen dat voor iedere mogelijke combinatie van comparator uitgangsspanningen de juiste elektronische schakelaars geopend en gesloten worden. Het zal duidelijk zijn dat de stroombron gestuurd wordt uit de pennen 15 en 16 van het IC. De spanningen op deze aansluitingen bepalen immers de diodestroom en dus ook de instelling van de stroombron, die verantwoordelijk is voor het vloeien van de stroom door de dioden.
Stel, dat schakelaars D en G gesloten zijn. Er ontstaat dan een gesloten stroomkring. Ga maar na! Van de positieve voedingsspanning door schakelaar G naar anode van D15. Van de kathode van deze LED, via de gesloten schakelaar D naar de constante stroombron en dan af naar de massa.
Conclusie: gesloten elektronische schakelaars D en G zullen D15 laten branden. Telkens als twee schakelaars worden gesloten, één uit het groepje A, B, C, D en één uit het groepje E, F, G, H, zal één van de zestien LED's oplichten.

Helderheidsregeling van de uitlezing
Zoals reeds geschreven kan men de stroom die door de LED's vloeit instellen door middel van twee weerstanden, aangesloten op de pennen 14, 15 en 16 van het IC. Naast deze vaste instelling kan men de intensiteit van de uitlezing automatisch aanpassen aan het omgevingslicht. Hoe dat gaat zien we in figuur 4/14.71-7.
Tussen pen 15 en de massa is de gebruikelijke weerstand van 1 kΩ geschakeld. De weerstand tussen 14 en 16 is vervangen door een netwerkje, waarbij de fototransistor BP101 de show steelt. Als de hoeveelheid licht, die op het gevoelige oppervlak van deze halfgeleider valt, varieert zal ook de weerstand tussen emitter en collector wijzigen.

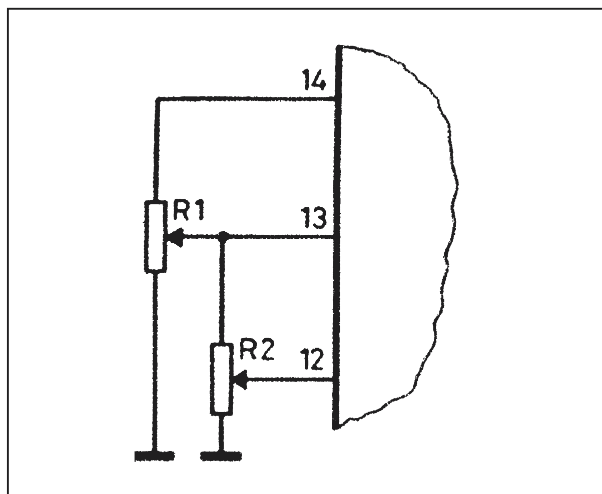
14.71 Universeel dot/bar LED-display met 16 LED's



Figuur 4/14.71-7: Het automatisch regelen van de intensiteit van de uitlezing.

Zodoende wordt de vaste weerstand R1 overbrugd door een variabele en zal de stroom door de LED's afhankelijk worden van de intensiteit van de omgevingslichtsterkte. Het zal duidelijk zijn dat de vaste weerstand R2 noodzakelijk is voor het begrenzen van de stroom op de maximale waarde van 50 mA. De fototransistor kan zonder meer vervangen worden door een gewone lichtgevoelige weerstand, een LDR.

Het instellen van het meetbereik
Door middel van de spanningen op de punten 12 en 13 kan men de grenzen van de uitlezing instellen. Figuur 4/14.71-8 geeft hiervoor het meest eenvoudige schema. Een potentiometer R1 is verbonden tussen de massa en de interne referentiespanning van 5 V (pen 14). De loper van deze potentiometer gaat naar aansluiting 13. De spanning van deze potentiometer voedt een soortgenoot, R2. Het instelcontact van dit onderdeel voorziet pen 12 van spanning. De spanning op deze laatste aansluiting zal dus altijd kleiner zijn dan de spanning op pen 13. Als de waarde van R1 vele malen kleiner is dan de waarde van R2, zullen beide grenswaarde instellingen soepel verlopen.



Figuur 4/14.71-8: Het instellen van de meetgrenzen van de uitlezing.

De basisprint

De praktische schakeling
Het praktisch schema van deze toepassing met de UAA170 is getekend in figuur 4/14.71-9. De ingang nummer 11 is rechtstreeks naar buiten gevoerd, zodat we er bij de later te beschrijven toepassingen alle kanten mee op kunnen. R1 en R2 zorgen voor de instelling van het meetbereik. De intensiteit van de uitlezing is vast ingesteld door middel van de weerstanden R3 en R4. Voor die toepassingen, waarbij een aanpassing van deze helderheid noodzakelijk is, zal de weerstand R3 door twee draadbruggetjes verbonden worden met de print van de uitbreidingsschakeling.

De bouw van de schakeling
De basisprint voor de schakeling is getekend in figuur 4/14.71-10, op de laatste pagina van dit hoofdstuk. Figuur 4/14.71-11 geeft een plattegrond voor het volbouwen van het nu nog troosteloos kale stukje epoxy.
Alleen over de montage van de LED's valt iets zinnigs te schrijven.

14.71 Universeel dot/bar LED-display met 16 LED's

ONDERDELENLIJST BASISPRINT

WEERSTANDEN, 1/4 W, 5 %

R3	15 kΩ
R4	1 kΩ

INSTELPOTENTIOMETERS, STAAND, 15 x 10 mm

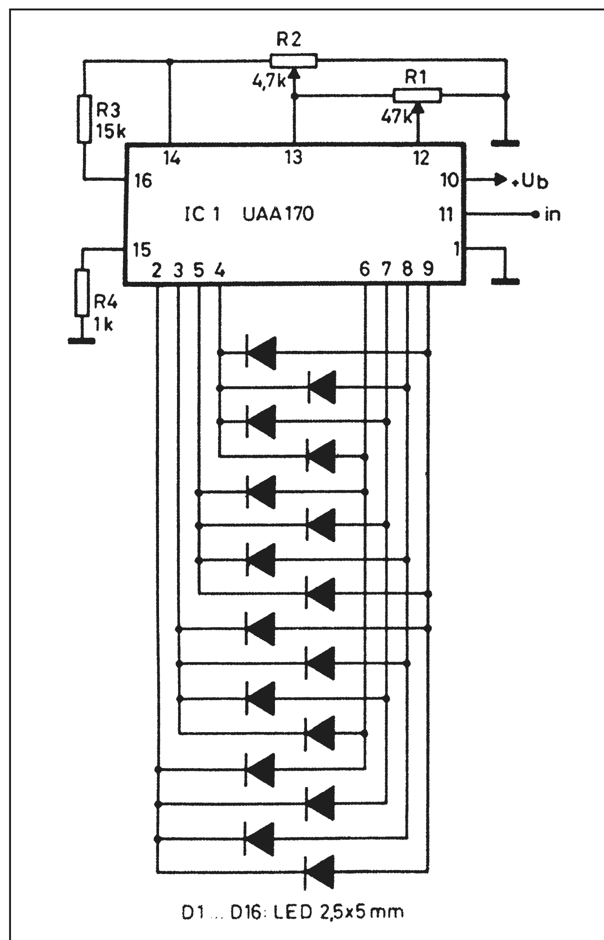
R1	47 kΩ
R2	4,7 kΩ

HALFGELEIDERS

D1-D16	platte LED, kleur naar wens
IC1	UAA170

DIVERSEN

1	IC-voetje, 16 pennen
3	printsoldeerlipje



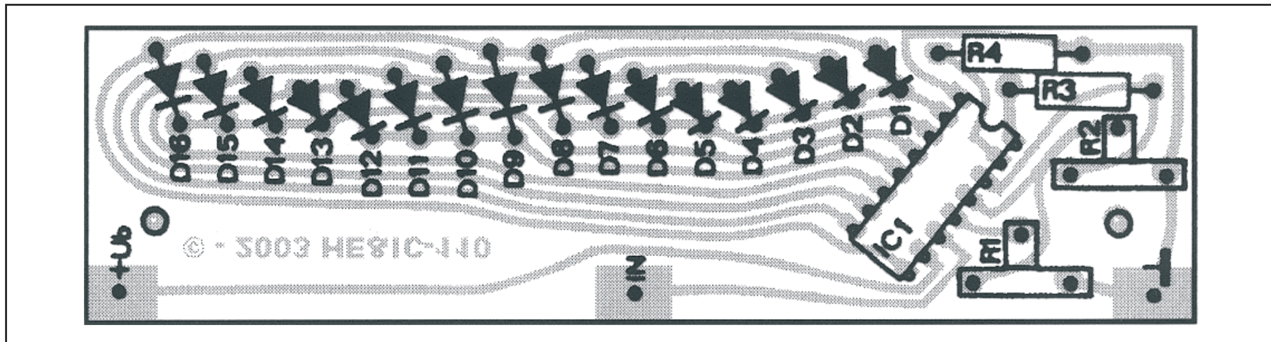
Figuur 4/14.71-9: De praktische schakeling van de LED-meter.

Meestal zijn printjes voor de UAA170 versierd met een heleboel draadbruggetjes. De gekke verbindingen tussen IC en de zestien LED's zijn daar de oorzaak van. Wij hebben dit probleem opgelost door de LED's tegen de rand van de print te monteren. De aansluitdraadjes van deze onderdelen lopen dan over het oppervlak van de print en overbruggen zodoende de koperbanen. Een en ander heeft wél tot gevolg, dat sommige soldeergaatjes voor de LED's op 12 millimeter van de rand van de print liggen. Nu heeft men platte LED's met lange aansluitdraden en dan is er geen probleem. Soortgenoten die het met kortere extremiteiten moeten stellen (6 millimeter draadjes) zijn niet zo geschikt en solliciteren vruchteloos. Voor de duidelijkheid geeft figuur 4/14.71-12 de aansluitcode van platte LED's.

Het gebruik van de schakeling

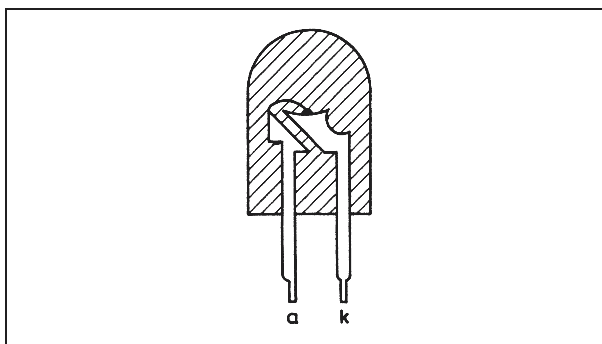
Hoewel enigszins onlogisch, zal de LED die op de printtekening betiteld is met D16 gaan branden bij de laagste ingangsspanning en D1 bij de hoogste.

14.71 Universeel dot/bar LED-display met 16 LED's



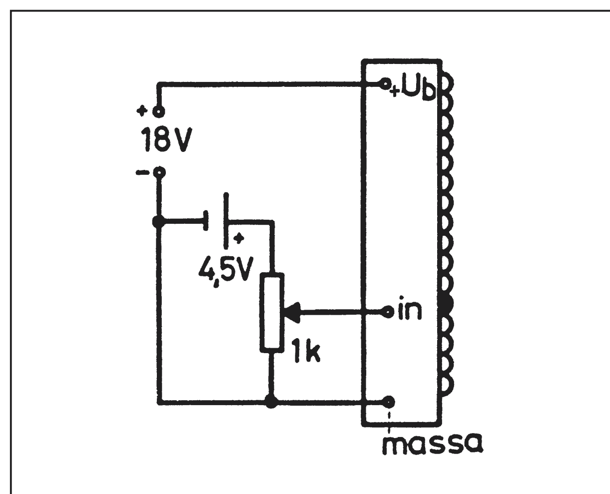
Figuur 4/14.71-11: De componentenopstelling van de basisprint.

Wij hebben de door de fabrikant opgegeven codering voor de 16 LED's gevolgd. Dat heeft wél tot gevolg dat de normale uitlezing, dus van links naar rechts bij stijgende spanning, alleen ontstaan als de print op haar kop wordt gemonteerd. Dan staat D16 links en D1 rechts. De print kan getest worden volgens het schema van figuur 4/14.71-13. Tussen de aansluitlipjes "massa" en "+Ub" wordt een gelijkspanning van 9 V tot 18 V aangesloten, met de positieve pool aan "+Ub".



Figuur 4/14.71-12: De aansluitcode van platte LED's.

De ingang wordt verbonden met een regelbaar spanninkje tussen 0 V en 5 V, bijvoorbeeld van een platte 4,5 V batterij. De ingangsspanning is positief ten opzichte van de massa. Door te experimenteren met de standen van de twee instelpotentiometers op de print en de potentiometer over de batterij ontstaat zeer snel het nodige inzicht in de werking van de schakeling.



Figuur 4/14.71-13: Het afregelen van de basisschakeling.

In eerste instantie draait men R2 helemaal open en R1 volledig dicht. De meetgrenzen zijn dan 0 V en 5 V zodat bij het verdraaien van de potentiometer over de batterij zowat de totale LED-kolom gaat oplichten. Door verdraaien van de instelpotentiometers kan men de meetgrenzen, waarop de uitlezing reageert, dichter bij elkaar brengen. Op een bepaald moment gaan dan natuurlijk wel meer dan één LED tegelijk oplichten. Het afregelen van de trimmers is uiteraard eerst voorgoed aan de

14.71 Universeel dot/bar LED-display met 16 LED's

orde bij de verschillende toepassingen van deze schakeling.

Van dot naar bar

Inleiding
Met de basisprint kunt u zowat alle mogelijke verschijnselen meten. Spanning? Sluit een geschikte spanningsdeler aan op de ingang en een van de zestien lichtgevende dioden zal de grootte van de te meten spanning aanduiden. Temperatuur? Schakel vóór de schakeling een geschikte temperatuur naar spanning omzetter en de LED-schaal zal door het laten oplichten van één LED de heersende temperatuur verklappen.
Voor sommige metingen is deze puntvormige uitlezing echter niet zo geschikt. Denk bijvoorbeeld aan een VU-meter. Deze duidt de grootte van een geluidssignaal aan. Bij de meeste LED VU-meters wordt de intensiteit van het geluidssignaal aangegeven door middel van het oplichten van een aantal naast elkaar opgestelde LED's. Deze zogenaamde thermometerschaal vormt de te meten grootheid om in een lichtkolom, waarvan de lengte evenredig is met de grootte van de aan de ingang aangesloten spanning. Het zou dus ideaal zijn, als we dit soort "bar"-uitlezing ook met de UAA177 zouden kunnen realiseren. Nu kan dat niet zonder meer. Het IC is er immers op gebouwd maar één van de 16 LED's te laten branden. Door middel van een eenvoudige schakeling kan men het IC echter toch een thermometerachtige schaal laten produceren.

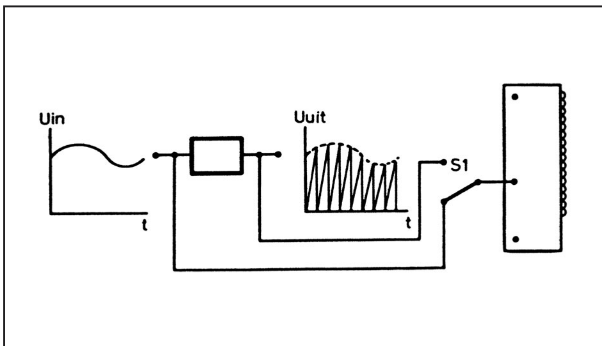
Het principe van de schakeling
Het principe van de schakeling kan het best worden toegelicht aan de hand van een experimentje. Stel, zoals in figuur 4/14.71-13 geschetst, dat we aan de ingang van de basisschakeling een 4,5 V batterijtje aanleggen met een potentiometer. Als we de potentiometer langzaam opendraaien, dan zullen alle LED's een na een oplichten. Nadien draaien we de knop zo snel mogelijk terug in de beginstand. De uitlezing springt van LED D1 naar LED D16. Natuurlijk zullen alle tussenliggende dioden even oplichten. Bij het retour draaien van de potentiometer gaat de spanning immers zeer snel van 4,5 V naar 0 V. Dit gaat echter zo snel, dat we het oplichten van D2 tot en met D15 niet waarnemen.
Wat gebeurt er als we de potentiometer steeds sneller opendraaien? De LED-jes zullen nog steeds een na een oplichten, maar door de traagheid van het menselijke oog zullen we op een bepaald moment alle dioden schijnbaar gelijktijdig zien oplichten. Hetzelfde verschijnsel doet zich voor film en televisie. Ook daar zien we een bewegend beeld, terwijl dit beeld toch bestaat uit respectievelijk een aantal dia's, snel na elkaar geprojecteerd, en een lichtstip, die 50 beelden per seconde op het scherm schrijft.
Stel dat we een spanning van 3 V door middel van de UAA170 willen omzetten in een lichtkolom. Het volstaat dan deze gelijkspanning om te vormen in een 50 maal per seconden van 0 tot 3 V stijgende spanning en dit signaal aan te bieden aan de ingangsklemmen van de schakeling. Vijftig maal per seconde zullen dan de LED's "0 V" tot en met "3 V" oplichten, hetgeen in het netvlies verwerkt wordt tot een lichtkolom.

Een zaagtandspanning genereren
Een spanning die van 0 V stijgt tot een bepaalde waarde, dan plotsklaps nul

wordt en nadien weer stijgt tot genoemde waarde, staat in de elektronica bekend als zaagtandspanning. We zullen dus de ingangsspanning voor de schakeling moeten omzetten in een zaagtandspanning, waarvan de maximale waarde steeds gelijk blijft aan de grootte van de ingangsspanning.

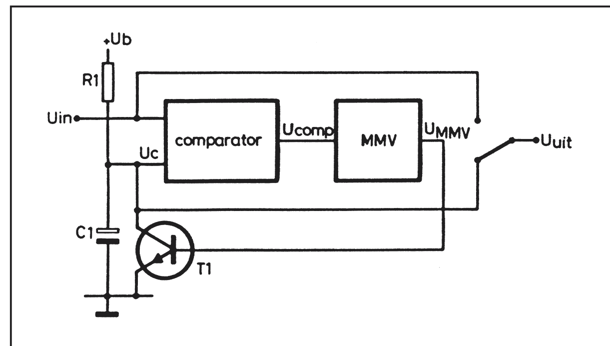
Het blokschema van de schakeling

In figuur 4/14.71-14 wordt grafisch het omzettingsproces voorgesteld. De ingangsspanning U_{in}, een langzaam variërende gelijkspanning, die normaal rechtstreeks aan de ingangsklemmen van de basisschakeling zou worden aangeboden, wordt nu eerst gepresenteerd aan de "dot naar bar"-schakeling. Dit brok elektronica levert een zaagtandspanning, waarvan de voornaamste eigenschap is dat de grootte van iedere tand precies gelijk is aan de grootte van de ingangsspanning op dat moment.



Figuur 4/14.71-14: Het principe van de dot naar bar omzetting.

Door middel van de omschakelaar S1 kan men ofwel de zaagtand, ofwel de ingangsspanning aanleggen aan de basisprint. Met deze schakelaar kan dus worden gekozen tussen dot- of bar-uitlezing. De blokschematische voorstelling van de schakeling is weergegeven in figuur 4/14.71-15. Het hart van de schakeling zijn de twee in serie geschakelde onderdelen R1 en C1. Zoals men weet zal een condensator zich opladen, als er door het onderdeel stroom wordt gestuurd. Dat opladen houdt in dat de spanning die we over het onderdeel meten, langzaam stijgt.



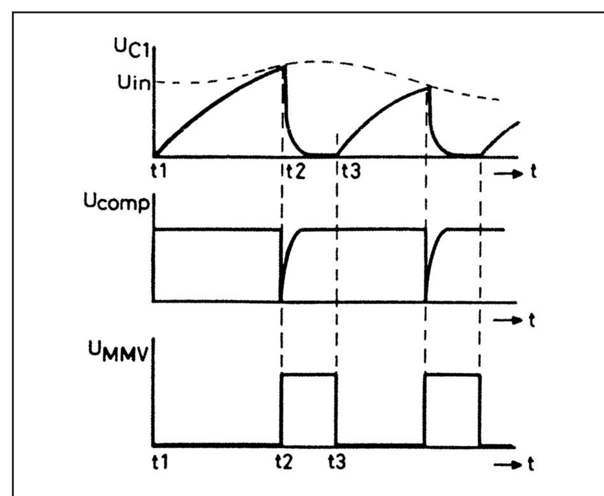
Figuur 4/14.71-15: Het blokschema van de schakeling.

In de getekende schakeling kan er stroom in de condensator vloeien. Deze is immers via de genoemde weerstand met de positieve voedingsspanning verbonden. Bij het aanschakelen van de voeding is de condensator uiteraard volledig ontladen. De spanning over dit onderdeel is nul. De spanning over de condensator neemt vanaf dat moment echter toe en als er niets gebeurde, zou de condensator zich vol zuigen tot zijn spanning gelijk zou zijn aan de voedingsspanning.
Over de condensator staat echter een transistor T1. Het zal duidelijk zijn, dat dit onderdeel de idylle wreed kan verstoren. Als deze halfgeleider in geleiding wordt gestuurd ziet de condensator de moeizaam opgespaarde spanning opeens afvloeien naar de massa. De geleidende transistor is immers niets anders dan een kortsluiting. De condensatorspanning wordt nul en blijft zo laag bij de grond tot de transistor gaat sperren.

14.71 Universeel dot/bar LED-display met 16 LED's

Als we er nu voor kunnen zorgen dat de condensator wordt ontladen op het moment dat de spanning over het onderdeel gelijk is aan de ingangsspanning, zijn we een aardig eind op weg naar waar we wezen moeten. De condensatorspanning voldoet dan aan het getekende in figuur 4/14.71-14.
De condensatorspanning moet vergeleken worden met de ingangsspanning. Gaat er nu geen LED'tje in uw hoofd branden? Inderdaad, de reeds eerder besproken comparator is ideaal voor het vergelijken van twee spanningen. De comparator vergelijkt de spanning over de condensator met de ingangsspanning. Als beide spanningen aan elkaar gelijk worden, zal de uitgang van de comparator omklappen. Het volstaat deze informatie te gebruiken voor het in geleiding sturen van de transistor T1.
Uiteraard willen we de condensator volledig ontladen. Transistor T1 moet bijgevolg enige tijd in geleiding blijven, zodat alle elektronen zich rustig van de bovenste plaat van de condensator naar massa kunnen begeven. Vandaar dat tussen de uitgang van de comparator en de basis van de transistor een monostabiele multivibrator MMV is geschakeld. In rust is de uitgangsspanning van dit blok nul, zodat de transistor niet wordt gestuurd. Het omklappen van de comparator port de MMV op, zodat deze een korte positieve uitgangspuls zal oprispen. Het ontlaadmechanisme komt op gang, de condensator zoekt de massa op en de comparator komt tot rust. Na de puls is het systeem klaar voor de tweede zaagtandperiode.
Het proces is in figuur 4/14.71-16 grafisch samengevat, hetgeen steeds heel wat duidelijk maakt. Nog eens in vogelvlucht:

- tijdstip t1: de condensator wordt opgeladen;
- tijdstip t2: de condensatorspanning wordt gelijk aan de ingangsspanning, de comparator klapt om (negatieve puls) en de uitgangspuls van de MMV doet zijn intrede;
- tijdstip t3: de condensator is volledig ontladen en daar bovendien de uitgang van de MMV wederom nul is, kan een tweede cyclus starten.

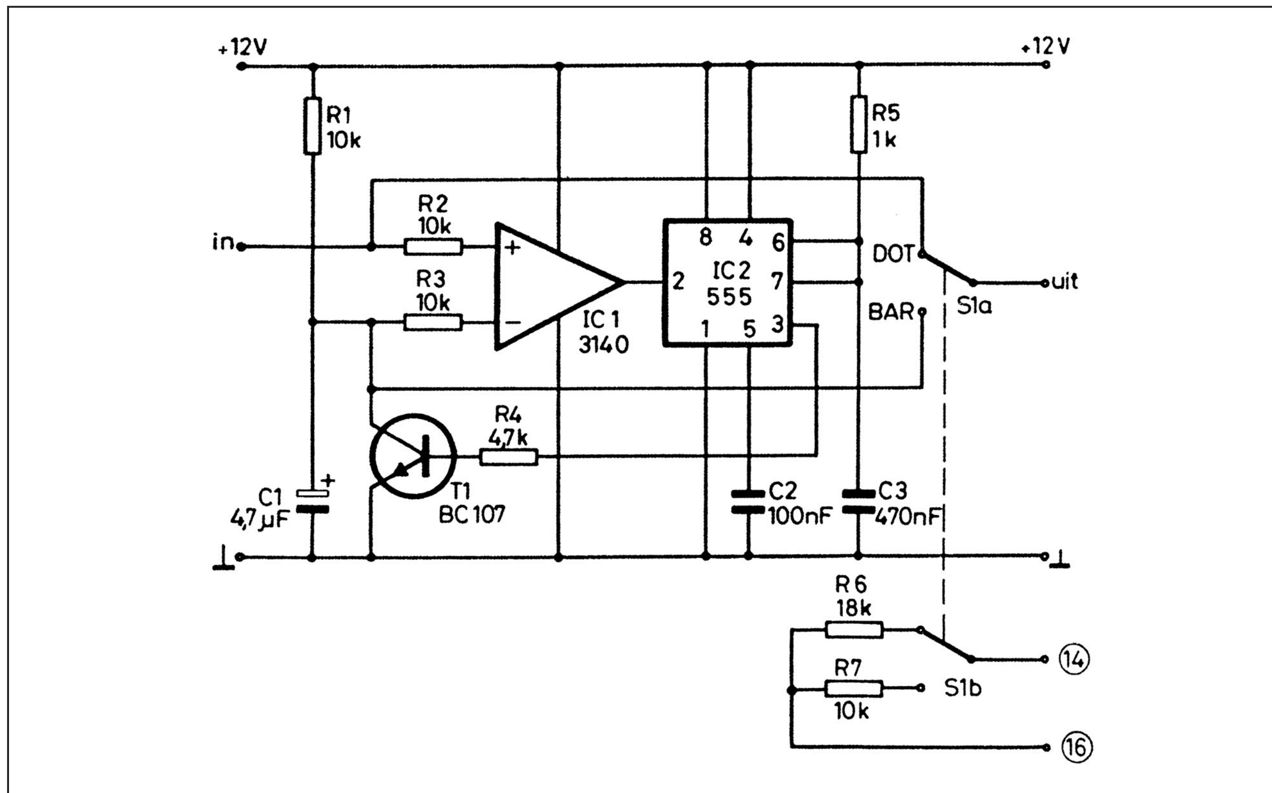


Figuur 4/14.71-16: De werking van het blokschema van figuur 4/14.71-15 grafisch toegelicht.

De praktische schakeling

Figuur 4/14.71-17 geeft de vertaling van het blokschema in onderdelen elektronica. Het zaagtand opbouwende netwerk bestaat uit weerstand R1 van 10 kΩ en condensator C1 van 4,7 µF. De spanning over de elco wordt via weerstand R3 aangeboden aan de negatieve ingang van de comparator. De ingangsspanning bereikt de positieve ingang na het doorlopen van weerstand R2. De uitgang van de op-amp IC1 (de comparator) stuurt rechtstreeks de trigger-ingang van een tweede IC.

14.71 Universeel dot/bar LED-display met 16 LED's



Figuur 4/14.71-17: Het praktisch schema van de dot naar bar omzetter.

Dat is de beroemde timer 555, die hier echter wordt gebruikt als monostabiele multivibrator. Volstaan kan worden met het vermelden dat op de uitgang (pen 3) een positieve puls verschijnt, als de trigger-ingang naar de massa gaat. De duur van deze puls is afhankelijk van de waarde van de onderdelen tussen de voeding, pennen 6 en 7 en de massa. R5 en C3 bepalen dus de breedte van de puls. Het IC voedt zich via de aansluitingen 1 en 8.
De niet gebruikte pennen 4 en 5, respectievelijk bruikbaar als reset of modulator, worden bij deze toepassing niet gebruikt en op de voorgeschreven manier onmondig gemaakt. Weerstand R4 stuurt de basis van de ontlaadtransistor T1. Door middel van de eerste sectie van de omschakelaar (Sla) kan men de uitgang van de schakeling verbinden met de ingang of met de zaagtand over C1.

De tweede sectie van deze schakelaar wordt gebruikt voor het omschakelen van een weerstand op de basisprint. Het zal duidelijk zijn dat de intensiteit van de uitlezing kleiner is bij bar dan bij dot. In het laatste geval brandt één LED continu, terwijl bij bar iedere LED slechts gedurende een fractie van de totale meetcyclus “aan het licht is”.
Gelukkig heeft het UAA170 IC een helderheidsregeling. De weerstand tussen de pennen 14 en 16 bepaalt de intensiteit van de LED’s. Wat ligt er dan meer voor de hand om deze extra service van de fabrikant te gebruiken en deze weerstand omschakelbaar te maken?
Voor dot kiezen we 18 kΩ, hetgeen een gemiddelde intensiteit tot gevolg heeft. Bij bar schakelen we 10 kΩ in, zoals bekend de minimale waarde voor deze weerstand.

14.71 Universeel dot/bar LED-display met 16 LED's

ONDERDELENLIJST DOT NAAR BAR

WEERSTANDEN, 1/4 W, 5 %

R1,R2,R3,R7	10 kΩ
R4	4,7 kΩ
R5	1 kΩ
R6	18 kΩ

CONDENSATOREN

C1	4,7 μF	16 V printelco
C2	100 nF	MKH
C3	470 nF	MKH

HALFGELEIDERS

T1	BC107
IC1	3140, mini-DIL
IC2	555, mini-DIL

DIVERSEN

2	IC-voetje, 8 pennen
1	tweepolige omschakelaar, tuimel
10	printsoldeerlipje
2	afstandsbusje, 15 mm, plastic
2	M3x20 boutje
2	M3 moertje

Opmerking

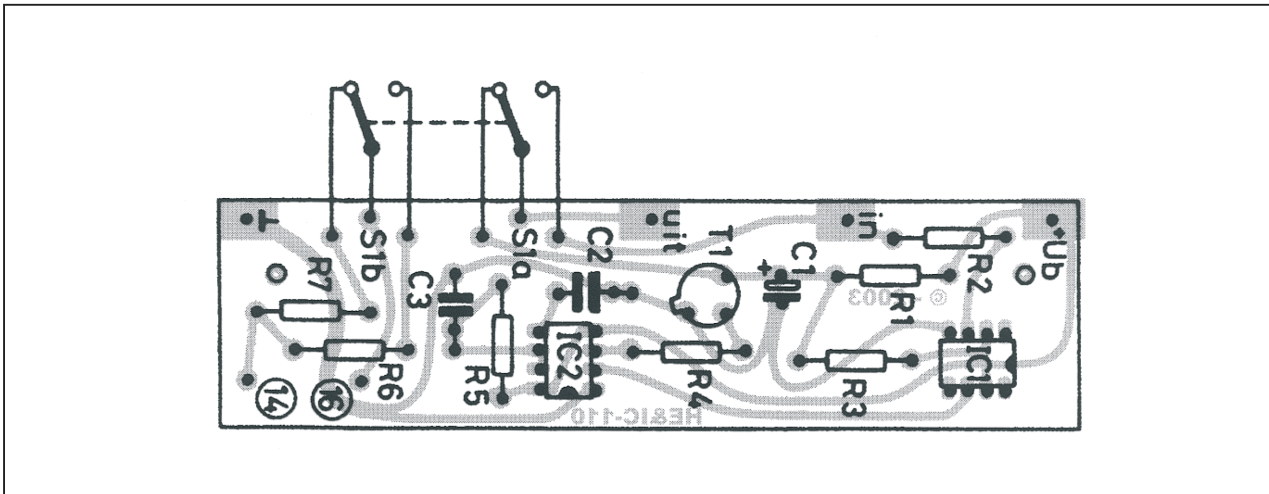
De intensiteit kan niet constant zijn bij bar-uitlezing. Stel dat de ingangsspanning tot gevolg heeft dat drie LED's gaan branden. Iedere LED zal dan gedurende 1/3 van de cyclus-tijd licht uitstralen. Verhoog de ingangsspanning tot de kolom uit 10 LED's bestaat. Iedere LED zal nu slechts gedurende 1/10 van de periode licht uitstralen, zodat de waargenomen intensiteit veel kleiner is. Bovendien is in het tweede geval de totale meettijd groter, hetgeen de helderheid nog eens doet dalen. De schakeling is dus geen ideale vervanger van een typische bar-uitlezing, zoals kan worden opgebouwd met het UAA180 IC.

De bouw van de schakeling

Figuur 4/14.71-18, op de laatste pagina van dit hoofdstuk, geeft de print voor de schakeling, waarbij opvalt dat de afmetingen gelijk zijn aan deze van de basisprint. Hetgeen doet veronderstellen dat deze print wordt samengebouwd met de uitlezing. Zover zijn we nog niet, dus eerst de soldeerbout in het stopcontact en de blikken gericht op figuur 4/14.71-19. De zeven weerstanden, drie condensatoren, twee IC's en één transistor zitten in een-twee-drie op de print. Nadien worden tien soldeerlipjes in de gaatjes voor de in- en uitgangen gesoldeerd.

De print wordt nu even terzijde gelegd en de basisprint wordt onder handen genomen. Deze print wordt volgebouwd volgens de bestukkingstekening van figuur 4/14.71-11. Er is slechts één wijziging: de weerstand R3, verantwoordelijk voor het instellen van de lichtintensiteit, wordt niet in de print gesoldeerd.

14.71 Universeel dot/bar LED-display met 16 LED's

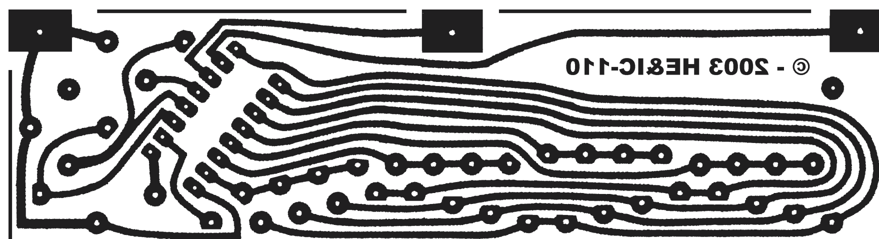


Figuur 4/14.71-19: De componentenopstelling van de tweede print.

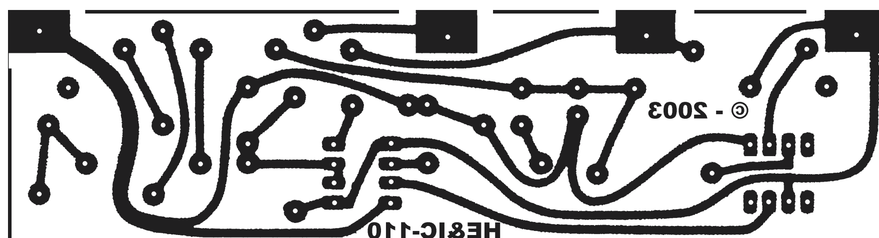
In de beide gaatjes die voorzien waren voor de opvang van dit onderdeel, worden loodrecht op de print staande stevige draadjes gesoldeerd. Deze moeten ongeveer 2 cm lang zijn en aan de koperkant van de print als antennetjes uitsteken. De twee printen kunnen nu worden samengebouwd, waarbij de basisprint boven op de dot-naar-bar print komt. Bij deze montage vallen de twee net op de eerstgenoemde print gesoldeerde draden door de met 14 en 16 gecodeerde gaatjes van de tweede print.

Nadat beide printen mechanisch met elkaar zijn verbonden, komen de laatste elektrische verbindingen aan de orde. De twee draadjes worden op de print gesoldeerd. De "+Ub"-, "massa"- en "uit-in"-soldeerlipjes van beide printen worden met elkaar verbonden. Let wel! De "uit" van de tweede print gaat uiteraard naar de "in" van de basisprint! Een dubbelpolige omschakelaar, bijvoorbeeld type 7201 van C&K, wordt op de getekende manier verbonden met de print. Het geheel is nu bedrijfsklaar. Na het aanschakelen van de noodzakelijke 12 V voeding en de te meten ingangsspanning kan het systeem ingezet worden voor het meten van bijvoorbeeld de VU's van een versterker.

14.71 Universeel dot/bar LED-display met 16 LED's



Figuur 4/14.71-10: De basisprint.



Figuur 4/14.71-18: De dot naar barprint.

HOE MAAKT U DEZE PRINTEN?

OPTIE 1: zelf maken

U scant deze pagina en drukt deze met een inkjet-printer af op A4 formaat op transparante folie. U knipt de print uit en belicht er de fotogevoelige printplaat mee.

OPTIE 2: via Internet

Op **www.hobbyelektronica.nu** selecteert u uit het linker menu de optie "Printservice". In het rechter venster selecteert u het hoofdstuknummer. U kunt nu de print als TIF-file downloaden. U opent deze file in een beeldbewerkingsprogramma en drukt deze met de op de Internet-pagina aangegeven afmetingen op transparante folie af. U belicht hiermee de fotogevoelige print.

OPTIE 3: bestellen

U stuurt een **ONGEFRANKEERD** briefje naar Vego VOF, Antwoordnummer 30020, 6374 ED Landgraaf, met vermelding van het hoofdstuknummer. U krijgt per kerende post het printontwerpje op transparante folie **GRATIS** toegestuurd. U belicht hiermee de fotogevoelige print.

14.71 Universeel dot/bar LED-display met 16 LED's

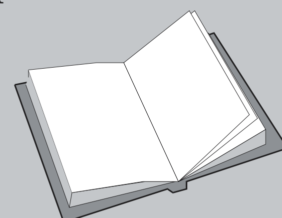
4/14.72

Reactietijd tester (2)

Inleiding
Met behulp van de in hoofdstuk 4/14.71 beschreven LED-schakeling kunt u een zeer eenvoudige reactietijd tester opbouwen. Met zo'n schakeling kunt u de menselijke reactietijd meten, een bezigheid die naast speelse toepassingen (wie is het snelst?) ook wel meer ernstige toepassingen kan hebben. Zo is algemeen bekend dat de reactietijd afneemt bij stijgende vermoeidheid of toenemend alcoholgebruik. In de handel zijn apparaatjes die in de auto ingebouwd moeten worden en die de motor slechts laten starten als de bestuurder/ster binnen een bepaalde tijd na het oplichten van een lampje op een drukknopje drukt. Nu is het natuurlijk onzin om te beweren dat het resultaat van zo'n test volledig uitsluitsel geeft over de rijvaardigheid van een individu. Wel kunt u dit soort testers gebruiken voor het maken van afspraken. "Als jij niet reageert binnen die bepaalde marge, dan is het duidelijk dat ik achter het stuur ga zitten". Er zijn digitale en analoge reactietijd testers te verzinnen. Het zal duidelijk zijn dat de eerstgenoemde vrij ingewikkeld zijn. Omdat de LED-indicator van hoofdstuk 4/14.71 een analoge meetschakeling is, ligt het voor de hand de tester ook analoog op te bouwen. Als we bovendien enige concessies doen, die niet de fundamentele werking van de schakeling aantasten maar eerder onder het begrip schoonheidsfoutjes te vangen zijn, kunnen we met een handvol onderdelen en een LED-print een zeer eenvoudige reactietijd tester opbouwen.

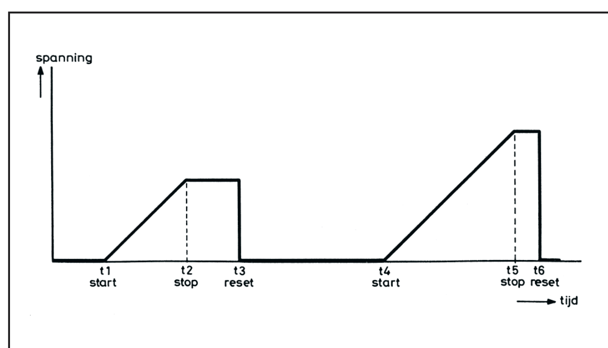
De werking van de schakeling
De LED-print is in wezen een gelijkspanningsmeter. Een van de zestien LED's zal oplichten als de spanning op de ingang van de schakeling varieert tussen 0 V en ongeveer 5 V. Als we aan de ingang van de schakeling een zeer langzaam stijgende spanning aanleggen, dan zullen alle LED's één na één oplichten. Onderbreken we deze langzame spanningsstijging op een bepaald moment, dan zal de constante ingangsspanning die dan op de ingang blijft staan de laatste oplichtende LED continu laten branden. Met deze

LEES OOK:
Hoofdstuk 3/10.8
Hoofdstuk 4/14.40
Hoofdstuk 4/14.71



14.72 Reactietijd tester (2)

gegevens in het achterhoofd kunnen we het principe van een reactietijd meter met de LED-print doorgronden. Figuur 4/14.72-1 geeft een voorstelling van de gang van zaken. In deze grafiek is de ingangsspanning van de LED-meter in functie van de tijd getekend. Tot en met tijdstip t1 is de ingangsspanning gelijk aan nul. De onderste LED zal dus branden. Op het genoemde tijdstip, de start van een meetcyclus, zal de ingangsspanning langzaam gaan stijgen. Dat heeft tot gevolg dat de LED's één na één zullen oplichten. Het komt er nu op aan zo snel mogelijk op een stop-drukknop te drukken. Dat gebeurt op tijdstip t2. De reactietijd is dan gelijk aan t2-tl. Na t2 blijft de ingangsspanning constant, zodat één LED uit het rijtje continu blijft branden.



Figuur 4/14.72-1: De werking van de schakeling grafisch toegelicht.

De ijking van de schaal is afhankelijk van de spanningsstijging per seconde en van de gevoeligheid van de LED-print. Als de eerste grootheid bijvoorbeeld wordt ingesteld op 100 mV per 0,1 seconde en de tweede op 1,5 V voor volle schaal, dan zal de lichtspot de zestien LED's in 1,50 seconde doorlopen. Iedere LED staat dan voor een reactietijd van 0,1 seconde. Blijft, na het indrukken van de stop-toets de vijfde LED branden, dan was de reactietijd van het proefkonijn 0,4 seconde.

Vergeet immers niet dat de eerste LED brandt bij 0 V aan de ingang en dus niet meetelt bij het indelen van de schaal.

Op tijdstip t3 wordt de schakeling gereset door het indrukken van een tweede drukknop, de reset-toets. De ingangsspanning wordt dan onmiddellijk nul, zodat de eerste LED uit het rijtje weer gaat branden. Door het bedienen van deze schakelaar wordt de tweede meetcyclus gestart.

Na een bepaalde tijd, namelijk op moment t4, start de schakeling voor de tweede keer. De ingangsspanning gaat weer stijgen. LED 1 dooft, LED 2 gaat branden en de hersenen sturen een impuls naar de vinger, die natuurlijk al drukbereid op de toets van de stop-schakelaar rustte.

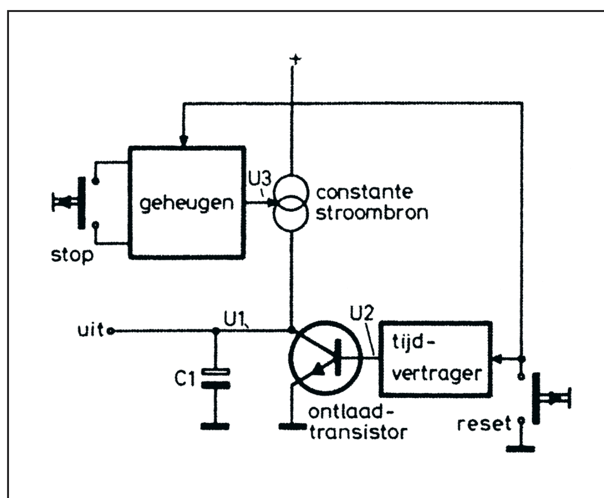
Helaas is de reactietijd van de tweede proefpersoon aanzienlijk slechter, zodat de spanning aan de ingang van de LED-print nu veel groter wordt. Het gevolg is dat de lichtstip een groter deel van de LED-kolom doorloopt en eerst bij een van de laatste LED's blijft stilstaan. Op moment t6 wordt gereset, zodat de derde meetcyclus ingaat.

Het blokschema

De grafiek van figuur 4/14.72-1 biedt voldoende informatie voor het opstellen van een elektronisch blokschema. De gedachtengang is als volgt. De te ontwerpen schakeling moet een lineair stijgende spanning opwekken. De ervaren elektronicus denkt dan dadelijk aan een condensator, die door middel van een constante stroombron wordt opgeladen. Stuurt men een constante stroom door een condensator, dan zal de spanning over dit onderdeel inderdaad lineair in de tijd toenemen. Dat wil zeggen dat de spanningstoename per tijdseenheid (mi-

14.72 Reactietijd tester (2)

croseconde, milliseconde of seconde) constant is. Zoals uit figuur 4/14.72-2 blijkt, vormt de constante stroombron, voorgesteld door twee in elkaar grijpende cirkeltjes en de laadcondensator C1 inderdaad het hart van de schakeling. Uit de grafieken van figuur 4/14.72-1 volgt bovendien, dat op een bepaald moment, namelijk na het indrukken van de stop-schakelaar, de spanning over de condensator niet verder mag stijgen. Dat wil zeggen dat we de constante stroombron moeten besturen. Op dat bepaalde moment moet de stroom ophouden te vloeien, zodat de spanning over de condensator niet verder toeneemt.

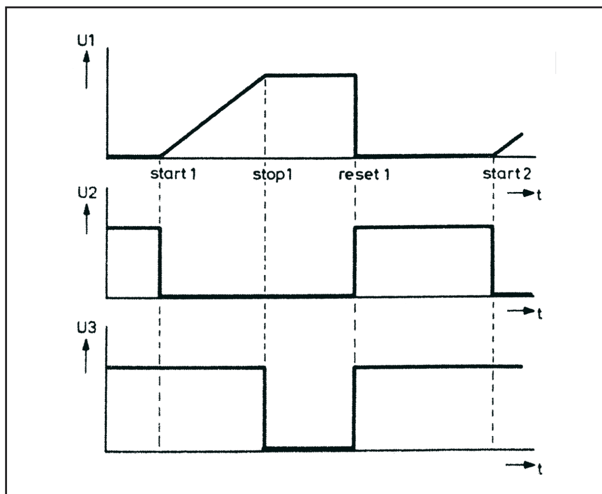


Figuur 4/14.72-2: Het blokschema is een recht-toe-recht-aan vertaling van de vorige figuur.

Het sturen van de stroombron gebeurt door het even indrukken van de stop-schakelaar. Hieruit volgt dat tussen drukknop en stroombron een geheugen moet worden opgenomen. Op het moment dat de drukknop wordt bediend, stuurt dit geheugen een signaal naar de stroombron, waardoor deze laatste weet dat er op verdere levering van stroom geen prijs wordt gesteld. Bij het resetten van de schakeling moet de spanning over de condensator opeens naar nul gaan. Vertaald naar een blokschema wil dat zeggen, dat we over de condensator een onderdeel moeten schakelen, waarmee we de condensator kunnen kortsluiten. Wat ligt meer voor de hand dan het inschakelen van een transistor, gestuurd uit de reset-schakelaar? De schakeling start met de tweede meetcyclus na een bepaalde tijd t4 - t3. De reset-schakelaar moet dus niet alleen de ontlaadtransistor sturen, maar ook een tijdvertragende schakeling, die het genoemde tijdinterval bepaalt. Bij het invullen van het blokschema kunnen we nu twee gedachten volgen. In de eerste plaats kan het geheugen na dat tijdinterval worden gereset, zodat de constante stroom na tijdstip t4 de condensator weer gaat opladen. In de tweede plaats kan men de tijdvertrager schakelen tussen de reset-drukknop en de ontlaadtransistor. Het geheugen wordt dan gereset bij het indrukken van de reset-toets. De constante stroom gaat dan op tijdstip t3 vloeien, maar daar de ontlaadtransistor nu blijft geleiden tussen t3 en t4 zal deze stroom dadelijk naar de massa afvloeien en de condensatorspanning blijft nul. Eerst na t4, als de tijdvertrager geen stroom in de basis van de transistor stuurt, vloeit er stroom door de condensator en gaat de spanning over dit onderdeel lineair stijgen.
Beide alternatieven zijn even goed, het feit dat bij dit ontwerp gekozen is voor de laatst genoemde oplossing heeft alleen te maken met de keuze van de geheugenschakeling. Waaruit duidelijk blijkt dat het bij het opstellen van een blokschema toch wel handig is de keuze van de praktische invulling van de verschillende blokken reeds in het achterhoofd te hebben!

14.72 Reactietijd tester (2)

Figuur 4/14.72-3 geeft voor de duidelijkheid een grafisch overzichtje van de werking van de schakeling. Voor de start van een meetcyclus is de uitgangsspanning van de tijdvertrager positief, waardoor de ontlaadtransistor in geleiding wordt gestuurd. Het geheugen levert eveneens een positieve spanning aan de stroombron. Deze levert stroom, maar die vloeit af naar massa via de geleidende transistor.

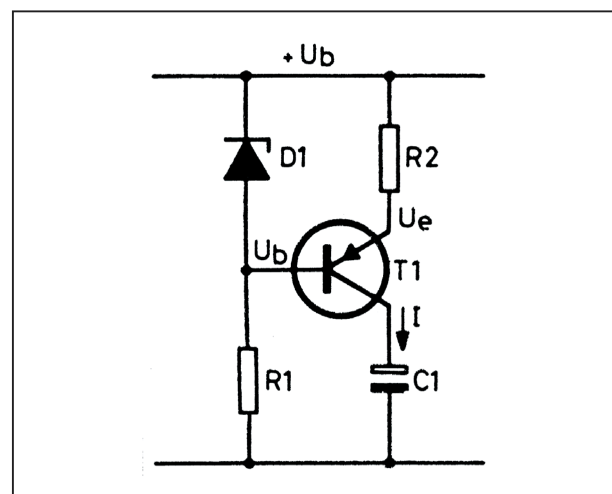


Figuur 4/14.72-3: De spanningen uit figuur 4/14.72-2, uitgezet in functie van de tijd.

De condensatorspanning U1 is gelijk aan nul. De meetcyclus start als de uitgangsspanning van de tijdvertrager nul wordt. De transistor spert, zodat de stroom de condensator lineair oplaadt. Het bedienen van de stop-knop heeft tot gevolg dat het geheugen omschakelt. U3 wordt nul, waardoor de constante stroom wegvalt en de condensatorspanning stabiel blijft. Men kan nu het resultaat van de meting aflezen op de LED's van de LED-meter. Door het drukken van de reset-toets worden zowel het geheugen als de tijdvertrager geactiveerd. De eerste schakeling stuurt de stroombron open, maar de positieve uitgangsspanning van de tijdvertrager stuurt de transistor in verzadiging. De condensator ontlaadt en de reeds vloeiende stroom wordt afgeleid naar de massa. Na een bepaalde tijd klapt de tijdvertrager om, zijn uitgangsspanning wordt nul en een nieuwe meetcyclus vangt aan.

De constante stroombron

De constante stroombron is traditioneel van opbouw. Het schema is getekend in figuur 4/14.72-4. De werking berust op het gegeven, dat de spanning tussen basis en emitter van een geleidende transistor zo goed als constant is. De basis wordt door middel van een zenerdiode ingesteld op een vaste spanning ten opzichte van de positieve voedingslijn. Daar het spanningsverschil Ub-Ue gelijk is aan ongeveer 0,7 V zal ook de emitterspanning constant zijn, namelijk gelijk aan de zenerspanning plus 0,7 V.



Figuur 4/14.72-4: Het praktisch schema van de constante stroombron.

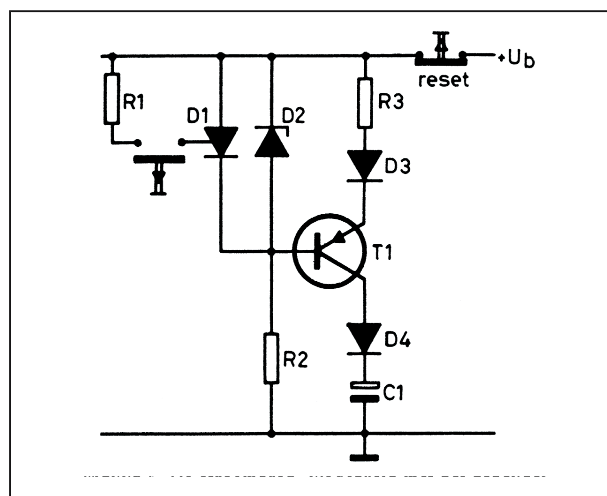
Over de weerstand R2 valt bijgevolg een constante spanning en uit de wet van Ohm volgt dat dit alleen waar kan zijn als ook de stroom door deze weerstand con-

14.72 Reactietijd tester (2)

stant is. De collectorstroom I zal zodoende voldoen aan de gestelde eis: hij is onafhankelijk van de collectorspanning of de belasting van de trap. De condensator C1 wordt opgeladen door een constante stroom en zal dit waarderen met het opbouwen van een lineair stijgende spanning over zijn platen.

Het geheugen

Bij het woord "geheugen" denkt u waarschijnlijk dadelijk aan een flip-flop schakeling. Het gebruik van zo'n op zich zeer eenvoudig geïntegreerd onderdeel zou echter de schakeling nodeloos gecompliceerd maken. Er bestaat immers een ander als geheugen te gebruiken onderdeel: de thyristor! Figuur 4/14.72-5 geeft het zeer eenvoudige basisschema van de stroombron met aangebouwd geheugen.



Figuur 4/14.72-5: De stroombron wordt uitgebreid met een geheugen.

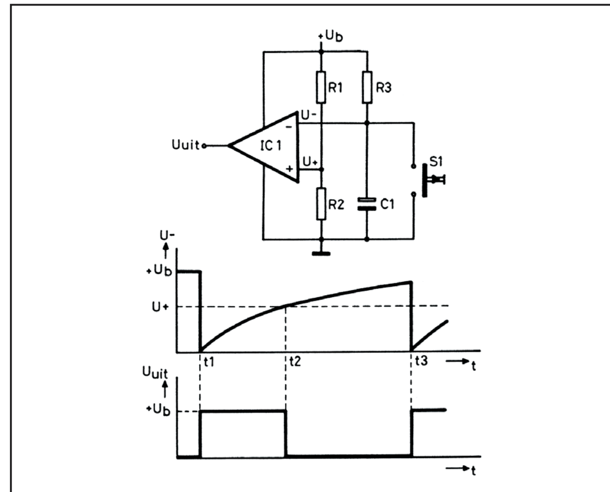
Over de zenerdiode wordt een laagvermogen thyristor geschakeld. De gate van dit onderdeel is via een weerstand verbonden met de positieve voedingsspanning. De werking is als volgt. Bij het aanschakelen van de voedingsspanning zal de thyristor sperren, zodat de stroombron normaal functioneert. Er vloeit een constante stroom door de condensator C1. Bij het indrukken van de stop-knop zal er stroom in de gate vloeien, waardoor de thyristor in geleiding komt. De zenerdiode D2 is overbrugd en de instelling van de basis valt weg. Transistor T1 gaat sperren, de stroom valt weg. De twee dioden D3 en D4 zorgen ervoor dat de beschreven situatie ook werkelijk ontstaat. Over een geleidende thyristor blijft een bepaalde restspanning staan. De basis van T1 wordt bijgevolg niet helemaal met het voedingspotentiaal verbonden, hij zal ongeveer 0,5 V negatiever zijn dan de voeding. Om nu te verhinderen dat door deze kleine spanning op de basis er toch een kleine stroom door de transistor blijft vloeien, is de diode D3 ingehuurd. Zou er stroom door de transistor willen vloeien, dan ontstaat over deze diode een spanning van ongeveer 0,7 V, zodat de emitter op een lager potentiaal komt dan de basis. Van geleiden kan dan geen sprake zijn. De tweede diode in de kring, namelijk D4, zorgt ervoor dat de spanning over C1 na het uitschakelen van de stroombron niet kan afvloeien.
De geheugenschakeling vergt dus slechts vier extra onderdelen. Uiteraard blijft de vraag hoe we de eenmaal geleidende thyristor weer kunnen laten sperren. Dat kan, zoals men weet, alleen door de stroom door het onderdeel tijdelijk nul te maken. In het schema is deze mogelijkheid geschapen door de reset-drukknop in de voedingslijn op te nemen. Deze schakelaar is normaal gesloten. Bij het indrukken wordt de voedingslijn onderbroken, zodat de schakeling stroomloos wordt en de thyristor gaat sperren. Natuurlijk is dat een alles behalve elegante oplossing. Een nor-

14.72 Reactietijd tester (2)

maal gesloten drukschakelaar is moeilijk te verkrijgen en zoals het blokschema leert moeten we met deze schakelaar ook nog eens de tijdvertrager activeren. Bij de bespreking van het totale schema zal blijken dat we beide functies toch kunnen realiseren met een normaal open schakelaar.

De tijdvertrager

De tijdvertrager moet het even indrukken van een schakelaar omzetten in een langer durende actie. De eenvoudigste schakeling is getekend in figuur 4/14.72-6 en bestaat uit een operationele versterker, geschakeld als comparator. De positieve ingang van de op-amp is verbonden met een vaste spanning, waarvan de grootte bepaald wordt door de spanningsdeler R1-R2. De negatieve ingang gaat naar een RC-netwerkje, waarvan de condensator overbrugd is met een drukschakelaar. In rust (de drukknop wordt niet bediend) is de condensator opgeladen tot de voedingsspanning. De negatieve ingang is bijgevolg positiever dan de positieve ingang, de uitgang van de schakeling is gelijk aan nul. Op tijdstip t1 wordt de drukknop S1 even gestreeld. De condensator wordt kortgesloten, zijn spanning valt onmiddellijk terug naar nul. De inverterende ingang is dan negatiever dan de niet-inverterende ingang, de uitgang van de op-amp zoekt het voedingspotentiaal op. Na het loslaten van S1 zal de condensator zich gaan opladen. Na enige tijd, afhankelijk van de waarde van R3 en C1, zal de condensator zich opgeladen hebben tot de spanning op het knooppunt van R1 en R2. De spanningen op de beide ingangen van de comparator worden gelijk, de schakeling klapt om. De uitgang wordt gelijk aan nul.



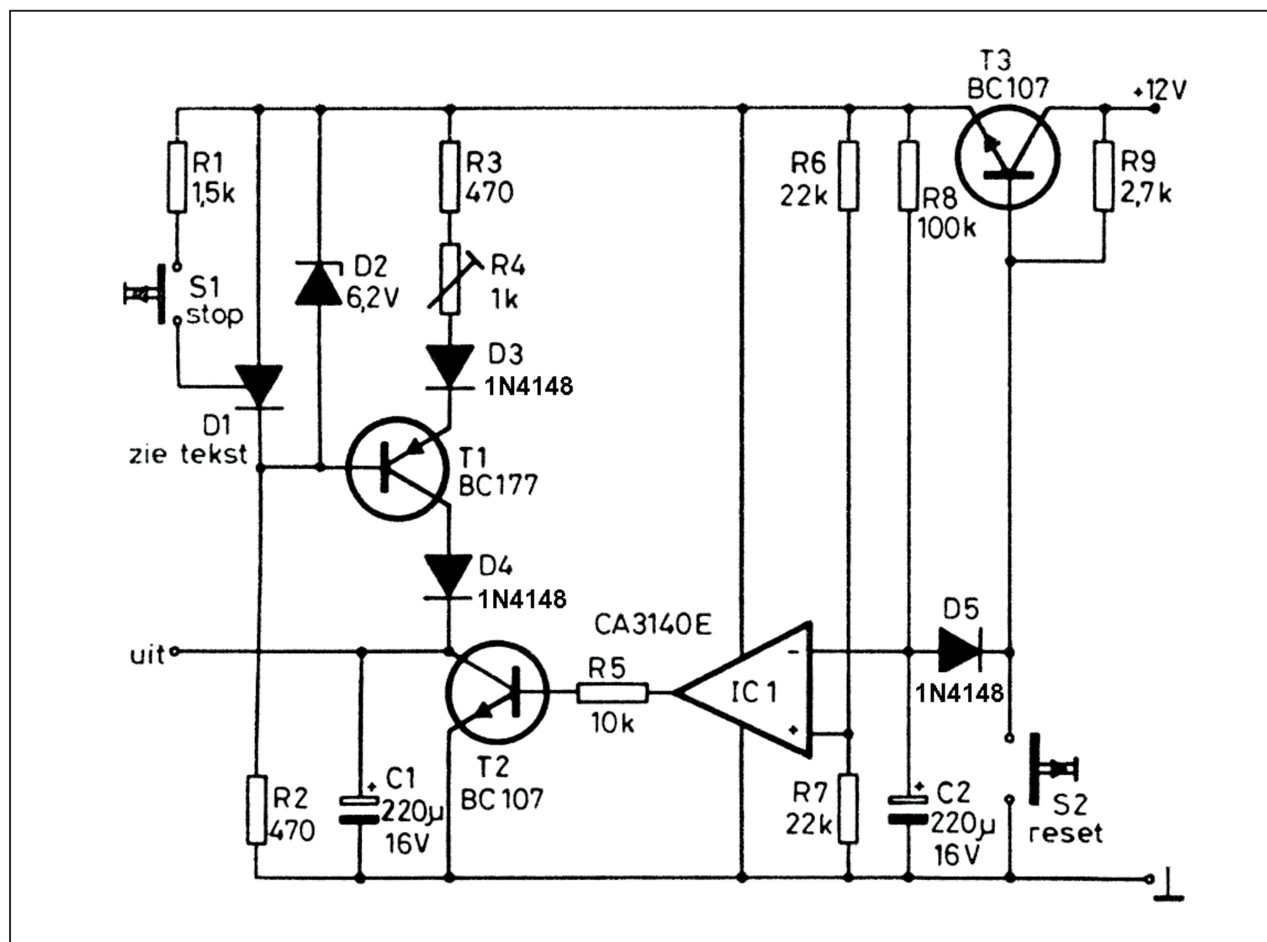
Figuur 4/14.72-6: De praktische schakeling van de tijdvertrager.

Conclusie: het even indrukken van S1 heeft tot gevolg dat de uitgang van de op-amp gedurende een bepaalde tijd positief wordt.

Het volledig schema

Figuur 4/14.72-7 geeft het volledige praktisch schema van de reactietijd tester. Het enige tot nu toe nog niet opgeloste probleem is het combineren van de twee functies van de reset-schakelaar: het gelijktijdig inschakelen van de stroombron en de tijdvertrager.
De ene functie vereist het naar aarde kortsluiten van een condensator, de andere het onderbreken van de voedingsspanning van de schakeling. Door het toevoegen van één transistor en één weerstand volgt het ene logisch uit het andere. Transistor T3 is normaliter verzadigd. De basis is immers door middel van een kleine weerstand verbonden met de collector. Op de emitter staat de voedingsspanning, minus de 0,7 V basis/emitter-spanning. Zowel de basis van deze transistor als de condensator van de tijdvertrager zijn via de reset-knop verbonden met de massa.

14.72 Reactietijd tester (2)



Figuur 4/14.72-7: Het volledig schema van de reactietijd tester.

Bedient men deze schakelaar, dan zal de condensator via de diode D5 ontladen worden en de transistor T3 sperren. De voedingsspanning valt weg, de thyristor van het geheugen wordt stroomloos en gaat sperren. Twee vliegen in één klap!
De stroom die door de stroombron wordt geleverd, is instelbaar door middel van de instelpotentiometer R4. Met dit onderdeel kan de schaal van de LED-meter geijkt worden in bijvoorbeeld 100 ms per LED. De ingang van de LED-print wordt rechtstreeks verbonden met de condensator. Dat heeft één nadeel: de spanning over de condensator vloeit langzaam weg via de ingangsweerstand van de LED-print. Hetgeen wil zeggen dat de aflezing van de reactietijd vrij snel na het indrukken van de stop-toets moet gebeuren. Door deze ongewenste ontlaadstroom gaat de uitlezing immers zeer langzaam uit zichzelf terug naar nul. Door het toepassen van een vrij grote condensator (220 µF) en een forse constante stroom wordt dit effect echter geminimaliseerd.

De bouw van de schakeling
Op de laatste pagina van dit hoofdstuk treft u het printontwerpje aan als figuur 4/14.72-8. De bestukking volgt uit figuur 4/14.72-9. Deze tekening spreekt voor zichzelf. Alleen een opmerking over de gebruikte thyristor.

14.72 Reactietijd tester (2)

ONDERDELENLIJST

WEERSTANDEN, 1/4 W, 5 %

R1	1,5 kΩ
R2,R3	470 Ω
R5	10 kΩ
R6,R7	22 kΩ
R8	100 kΩ
R9	2,7 kΩ

INSTELPOTENTIOMETER, STAAND, 10 x 5 mm

R4	1 kΩ

CONDENSATOREN

C1,C2	220 µF	16 V printelco

HALFGELEIDERS

D1	zie tekst
D2	6,2 V, 400 mW zener
D3,D4,D5	1N4148
T1	BC177
T2,T3	BC107
IC1	CA3140, mini-DIL

DIVERSEN

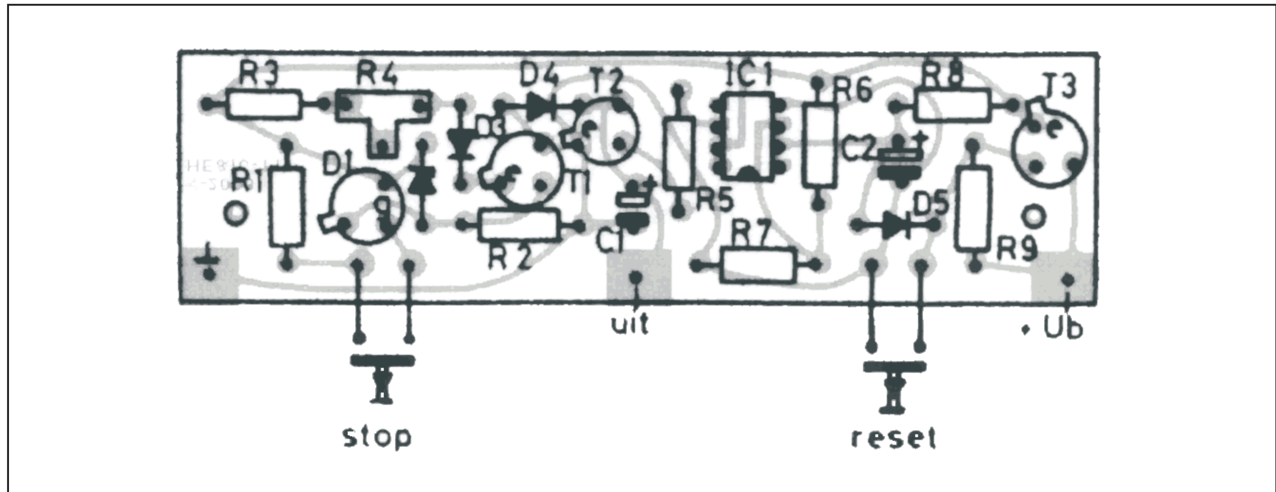
1	IC-voetje, 8 pennen
2	drukschakelaar, maak
3	printsoldeerlipje

Iedere laagvermogen thyristor komt in aanmerking. Bekende typen zijn: 2N5060 tot en met 2N5062 van Motorola of TIC44 tot en met TIC47 van Texas Instruments. Ook thyristoren in TO-5 behuizing komen in aanmerking, de print is voor deze laatste soort ontworpen. Na het bestukken van deze print en een basisprint van hoofdstuk 4/14.71 kunnen beide schakelingen op de bekende sandwich-manier worden samengebouwd. De drie aansluitcontacten van beide printen worden door middel van draadjes verbonden en klaar is kees. De voedingsspanning voor de schakeling bedraagt +12 V.

Het afregelen van de beide printen

De instelpotentiometer R1 op de LED-print, waarmee de onderste drempel van het meetbereik wordt ingesteld, wordt volledig dichtgedraaid (0 V). Nadien schakelt u de voedingsspanning in. De LED D16 gaat branden. Na ongeveer 20 seconden start de meetcyclus. U drukt nu echter niet op de stop-schakelaar, maar laat de condensator volledig opladen. De maximale laadspanning wordt bepaald door de onderdelen rond de constante stroombron en bedraagt ongeveer 5 V. U verdraait de instelpotentiometer R2 op de LED-print, tot LED D1 gaat oplichten.

14.72 Reactietijd tester (2)



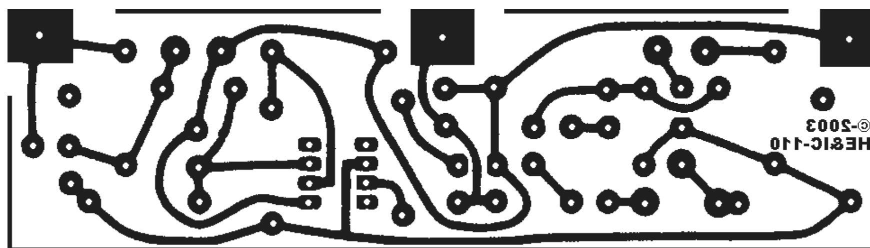
Figuur 4/14.72-9: De componentenopstelling van de print.

Door middel van de instelpotentiometer R4 op de reactietijd print kunt u een poging wagen de schaal te ijken in bijvoorbeeld 50 milliseconde per LED. Alleen als men de beschikking heeft over een electronische chronometer met extern te besturen start- en stopfuncties zal dat écht lukken!

In alle andere gevallen moet men de instelpotentiometer ver- draaien tot de volledige schaal wordt doorlopen in ongeveer 15 x 50 ms = 750 ms.

14.72 Reactietijd tester (2)

14.72 Reactietijd tester (2)



Figuur 4/14.72-8: De print voor de schakeling.

HOE MAAKT U DEZE PRINT?

OPTIE 1: zelf maken

U scant deze pagina en drukt deze met een inkjet-printer af op A4 formaat op transparante folie. U knipt de print uit en belicht er de fotogevoelige printplaat mee.

OPTIE 2: via Internet

Op **www.hobbyelektronica.nu** selecteert u uit het linker menu de optie “Printservice”. In het rechter venster selecteert u het hoofdstuknummer. U kunt nu de print als TIF-file downloaden. U opent deze file in een beeldbewerkingsprogramma en drukt deze met de op de Internet-pagina aangegeven afmetingen op transparante folie af. U belicht hiermee de fotogevoelige print.

OPTIE 3: bestellen

U stuurt een **ONGEFRANKEERD** briefje naar Vego VOF, Antwoordnummer 30020, 6374 ED Landgraaf, met vermelding van het hoofdstuknummer. U krijgt per kerende post het printontwerpje op transparante folie **GRATIS** toegestuurd. U belicht hiermee de fotogevoelige print.

14.72 Reactietijd tester (2)

5/1

Inhoud
Home electronics

Inhoud

[1)] Dit hoofdstuk heeft een eigen inhoudsopgave

5/14

Domotica

Inhoud

5/14.3.2

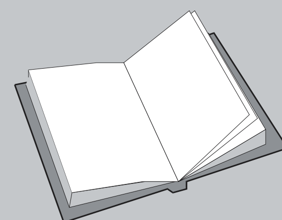
Het KlikAanKlikUit systeem van Pan-Trade

Inleiding

Draadloos systeem
Door Pan-Trade International uit Hong Kong wordt wereldwijd een goedkoop domotica systeem op de markt gebracht dat weliswaar niet alles kan wat bijvoorbeeld het in hoofdstuk 5/14.3.1 besproken systeem van Dobiss wél kan, maar dat toch ruime mogelijkheden biedt om een gemiddeld huis te automatiseren. Officieel heet het systeem “KlikOnKlikOff”, maar in Nederland wordt het door de Nederlandse importeur Pan-Trade International BV (ook bekend als Klik-Klik BV) uit Zevenbergen op de markt gebracht onder de naam “KlikAanKlikUit”. Naast de zeer lage prijs van de aangeboden apparatuur is een tweede voordeel de draadloze werking van het systeem. U hoeft dus géén uitgebreide bedrading in huis aan te leggen. Bovendien kunt u beginnen met een kleine startset en het systeem uitbreiden.

Systeemsamenstelling
Het systeem bestaat uit vijf zenders, zes ontvangers en vier deurbellen:
– YCT-100
16-kanaals afstandsbediening
– TMT-2100
afstandsbediening met ingebouwde tijdschakelklok
– KCT-101
sleutelhanger afstandsbediening
– WST-8700
draadloze wandschakelaar
– PIR-2000
draadloze bewegingsmelder
– YC-412
dimmer contactdoos, maximaal 400 W
– YC-1000
aan/uit contactdoos, maximaal 1000 W
– YC-3500
aan/uit contactdoos, maximaal 3.500 W
– CM-300
inbouw dimmer, maximaal 300 W
– CM-1000
inbouw aan/uit schakelaar, maximaal 1000 W

LEES OOK:
Hoofdstuk 5/14.2.1
Hoofdstuk 7/100



- SUN-500
  gordijn/zonwering ontvanger
- ML-8300R
  gong/contactdoos + drukknopzender
- CDB-6500A
  gong + drukknopzender
- CDB-6500B
  gong + inbouwzender
- CDB-6500C
  uitbreiding gong

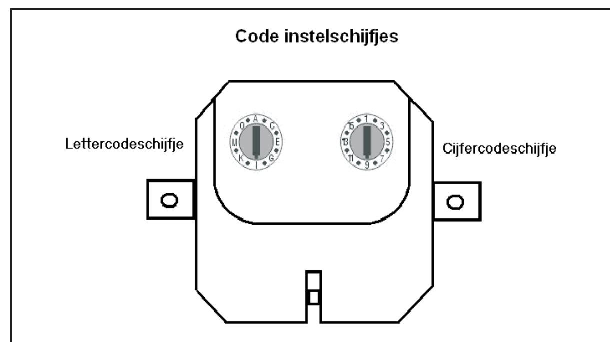
Alle apparaten en modulen die werken volgens dit systeem zijn voorzien van het logo dat in figuur 5/14.3.2-1 is voorgesteld.



Figuur 5/14.3.2-1: Het logo op alle apparaten die volgens het KlikAanKlik-Uit-systeem werken.

Werkingsprincipe

Het systeem maakt gebruik van een gemoduleerd HF-signaal met een frequentie van 433,92 MHz. Helaas geeft de fabrikant geen enkele informatie over de techniek achter het systeem. Wie echter de moeite doet een ontvanger en zender open te schroeven, stelt vast dat het systeem werkt met de chip-set M3E/M3D-L3 van Mosdesign Semiconductor Corp. Dit is een aangepaste versie van de M1E/M1D-set, die in hoofdstuk 7/100 is besproken. Het enige verschil lijkt dat bij de hier toegepaste chip's de A-ingangen naar "L" of naar "H" moeten worden geschakeld. Ook het KlikAanKlikUit-systeem werkt met 16 kanalen (die nu zendfrequenties worden genoemd) en 16 codes (die nu kanalen worden genoemd), zodat in principe 256 zendsignalen ter beschikking staan. Hoewel het verwarrend is om over "zendfrequenties" te praten (die frequentie is immers vast ingesteld op 433,92 MHz) zullen wij in dit hoofdstuk ons aan de begrippen van KlikAanKlikUit houden: zendfrequentie en kanaal. We herkennen op de apparaatjes van Pan-Trade de van X-10 systemen bekende twee duimwielschakelaartjes, waarmee frequentie en kanaal worden ingesteld, zie figuur 5/14.3.2-2.



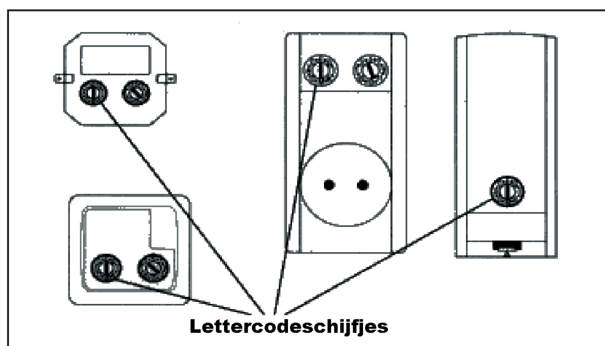
Figuur 5/14.3.2-2: De twee codeschakelaars voor het instellen van de frequentie en het kanaal.

Het hoogfrequent signaal heeft een vrij hoog doordringend vermogen. Volgens de gegevens van de fabrikant bedraagt de reikwijdte in de open lucht ongeveer 75 meter en binnenshuis 30 meter. Deze laatste waarde wordt uiteraard in grote mate beïnvloed door de constructie van het pand. Steen, beton en glas vormen geen problemen, maar grote metalen oppervlakken zoals oude zinken daken schermen het signaal uiteraard volledig af.

Instellen van de zendfrequentie

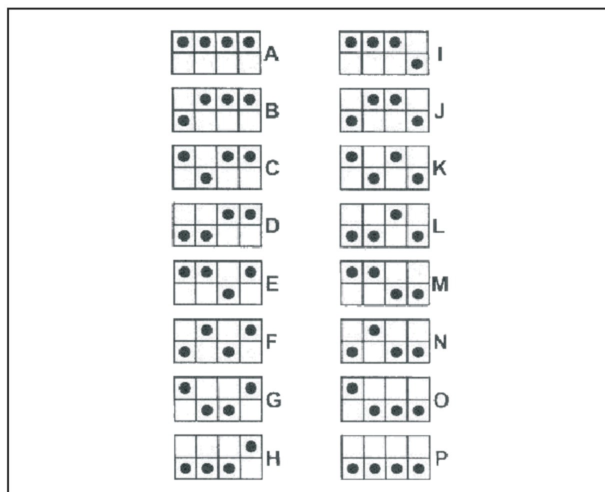
Alle apparaten die in één systeem worden toegepast, moeten op dezelfde frequentie worden ingesteld. Op de sleutelhanger zender na beschikken alle apparaten dan ook over een lettercodeschijf,

instelbaar op A tot en met P. De schakelaars kunnen met een muntje worden verdraaid. De plaats van de lettercodeschijf op de diverse modulen is voorgesteld in figuur 5/14.3.2-3.



Figuur 5/14.3.2-3: De plaats van de lettercodeschijf op de apparaten van het KlikAanKlikUit-systeem.

Op het printje van de sleutelhanger zender zijn vier jumpers aanwezig, bereikbaar na het verwijderen van de onderzijde. Hier moet u de lettercode binair instellen. In figuur 5/14.3.2-4 wordt voorgesteld hoe u met deze vier jumpers de lettercode kunt instellen.



Figuur 5/14.3.2-4: Het instellen van de lettercode bij de sleutelhanger zender.

Belangrijke opmerking
De draadloze werking van het systeem heeft natuurlijk een groot nadeel. Stel dat uw buren op een bepaald moment ook overgaan op het gebruik van een KlikAanKlikUit-systeem. Als zij dezelfde frequentie gebruiken ontstaan er problemen. Ook kunt u onbewust “inbreken” in een bestaand systeem bij uw buren door toevallig dezelfde frequentie te kiezen.

Instellen van het kanaal
De kanalen vertegenwoordigen de zestien commando’s die u kunt versturen met de zenders en die door de ontvangers worden herkend. U kunt dus met een KlikAanKlikUit-systeem maximaal zestien apparaten besturen, tenzij u natuurlijk diverse zenders en ontvangers op verschillende frequenties instelt. Maar alleen zenders en ontvangers die op dezelfde frequentie staan ingesteld kunnen met elkaar communiceren. Het kanaal van een ontvanger of een zender wordt ingesteld met het cijfercodeschijfje. Als u diverse verbruikers met één kanaal wilt in- en uitschakelen, dan geeft u deze gebruikers uiteraard hetzelfde kanaalnummer.
De afstandsbedieningen YCT-100 en TMT-2100 hebben geen kanaalinstelling, omdat u met deze apparaatjes alle zestien beschikbare kanalen kunt bedienen.

De apparaten

De zender YCT-100
Deze in de hand te houden draadloze zender, zie figuur 5/14.3.2-5, biedt de mogelijkheid alle zestien verschillende kanalen van een systeem te bedienen. Om het apparaat zo goedkoop mogelijk

te maken zijn er wat concessies gedaan aan de gebruikersvriendelijkheid. Het apparaat heeft slechts vier AAN- en vier UIT-drukknoppen. Met de schuifschakelaar onder deze knoppen stelt u de kanalen in die via de drukknoppen te bedienen zijn:

– positie I:
  kanalen 1, 2, 3 en 4
– positie II:
  kanalen 5, 6, 7 en 8
– positie III:
  kanalen 9, 10, 11 en 12
– positie IV:
  kanalen 13, 14, 15 en 16



Figuur 5/14.3.2-5: De zender YCT-100.

De linker toetsen schakelen de ontvangers in, de rechter toetsen schakelen de ontvangers uit. Met deze twee toetsen kunt u ook de dimmers besturen. Na een eerste druk op de linker toets schakelt een dimmer in. Het lichtniveau wordt nu automatisch opgevoerd. Als de gewenste intensiteit is bereikt drukt u opnieuw op deze toets. Het niveau wordt nu in het geheugen van de ontvanger opgeslagen en de lamp zal op dit niveau blijven branden. Met een druk op de rechter toets schakelt u een dimmermodule weer uit.

De technische specificaties van de YCT-100:
– zestien kanalen;
– draadloos schakelen en dimmen;
– standaard aan- en uitschakelen;
– dimmen en aan- en uitschakelen;
– controle LED.

De zender TMT-2100

De zender TMT-2100, zie figuur 5/14.3.2-6, is het grotere broertje van de YCT-100. De bovenste acht drukknoppen en de schuifschakelaar, die nu helemaal naar onder is verbannen, hebben dezelfde functies als bij de YCT-100. Als eerste extra functie kunt u met deze zender alle ontvangers als dag of week schakelklok programmeren. Daarnaast kunt u via de GROUP-schakelaar met één druk op de spreekwoordelijke knop meerdere of alle ontvangers AAN of UIT schakelen.



Figuur 5/14.3.2-6: De TMT-2100 is een uitgebreide draagbare zender/programmator.

Na het inzetten van de batterij zal het LCD-display de tijd en datum aangeven. Deze gegevens kunt u actualiseren via de drukknop “CLOCK” en de toetsen “pijl-

tje op” en “pijltje neer”. Via de GROUP-knop kunt u diverse kanalen onder één commando opnemen. De programmering gaat spelenderwijs. U drukt eerst op “GROUP” en nadien op “ENTER”. In het display verschijnen nu alle kanaalnummers. Met de toetsen “pijltje op” en “pijltje neer” kiest u het eerste kanaal dat in de groep moet worden opgenomen. Deze selectie wordt in het geheugen opgenomen na een druk op “ENTER”. Selecteer met de toetsen “pijltje op” en “pijltje neer” het volgende kanaal en bevestig met “ENTER”. Als alle kanalen die in de groep thuis horen zijn geselecteerd kunt u met een druk op “GROUP” de programmering beëindigen. Vanaf dat moment zullen alle geprogrammeerde kanalen reageren na een druk op de toets “GROUP”.
Met de toets “TIMER” kunt u alle kanalen dagelijks of wekelijks programmeren. Ook hier werkt u met de toetsen “ENTER” en “pijltje op” en “pijltje neer” om respectievelijk de inschakeltijd, het kanaalnummer, de dag of week en de uitschakeltijd te programmeren. De volledige programmering wordt op een logische manier begeleidt op het display. Op deze manier kunt u bijvoorbeeld een kanaal automatisch laten inschakelen op zaterdag 18h00 en uitschakelen op maandag 07h00. De automatische tijdprogrammering is altijd ondergeschikt aan de manuele in- of uitschakeling van een kanaal via de schuifschakelaar en de druktoetsen.
De specificaties van de TMT-2100 zijn:
- tijdschakelklok;
- dag- en weektijd schakelklok;
- zestien kanalen;
- schakelen en dimmen;
- alle 16 kanalen onafhankelijk instelbaar;
- standaard aan- en uitschakelen;
- dimmen en aan- en uitschakelen;
- combi-toets om alles met één toets bedienen;
- groot LCD-display;
- 24-uurs klok.

De zender KCT-101
De KCT-101, zie figuur 5/14.3.2-7, is de sleutelhanger afstandsbediening van het KlikAanKlikUit-systeem. Het kleine apparaatje heeft slechts twee toetsen, waarmee vier voorgeprogrammeerde kanalen gezamenlijk zijn te bedienen. De programmering is vast ingesteld op de kanalen 1, 2, 15 en 16 en kan niet worden gewijzigd. Met de linker knop “I” schakelt u de ontvangers die op deze kanalen zijn ingesteld in, met de rechter knop “O” schakelt u deze kanalen uit. Eventuele dimmers die op deze kanalen zijn ingesteld, kunnen alleen AAN of UIT worden geschakeld.



Figuur 5/14.3.2-7: De sleutelhanger zender KCT-101.

De specificaties van deze zender zijn:
- standaard aan- en uitschakelen;
- vier voorgeprogrammeerde kanalen;
- controle LED.

14.3 Domotica systemen

De inbouwzender WST-8700

Deze zender, voorgesteld in figuur 5/14.3.2-8, kan in een standaard installatiedoos worden gemonteerd en bestuurt maar één kanaal. De module is voorzien van een wipschakelaar met een neutrale middenstand en twee actieve standen. Drukt u op de bovenzijde van de schakelaar, dan wordt het ingestelde kanaal ingeschakeld. Drukt u op de onderzijde, dan wordt het kanaal uitgeschakeld. U kunt ook dimmen door na het inschakelen van het kanaal nogmaals op de bovenzijde van de schakelaar te drukken. Het unieke van deze zeer platte module is dat u deze ook ergens tegen een muur kunt plakken! Via de ingebouwde batterij is de WST-8700 namelijk volledig netonafhankelijk. Op deze manier kunt u snel ergens een extra schakelaar aanbrengen, zonder moeilijke bedrading.



Figuur 5/14.3.2-8: De inbouwzender WST-8700.

De specificaties van de WST-8700:
- batterij gevoed;
- één instelbaar kanaal;
- standaard aan- en uitschakelen;
- dimmen en aan- en uitschakelen.

De zender PIR-2000

Met de zender PID-2000 wordt uw KlikAanKlikUit-systeem uitgebreid met een veelzijdig stukje elektronica. De PIR-2000 is een bewegingsmelder die werkt volgens het infrarood principe. De zender, zie figuur 5/14.3.2-9, detecteert iedere wijziging in het patroon van infrarood straling dat in een ruimte wordt uitgestraald. Loopt een persoon door de gevoelige zône van de detector, dan zal het stralingspatroon iets veranderen. Deze kleine wijziging wordt opgepikt door de detector en gebruikt om één kanaal van het systeem te activeren. Met deze zender kunt u dus verlichting automatisch in- en uitschakelen. En dit, uiteraard, alweer zonder dat er één centimeter extra bedrading noodzakelijk is. U kunt legio toepassingen verzinnen. Automatische verlichting in de WC, gecombineerd met een ventilator, automatische inschakeling van de verlichting in een trappenhuis of in de kelder, deurbellen die automatisch overgaan (winkels), enzovoort.

Daarnaast reageert de PIR-2000 echter ook op het omgevingslicht. Via een potentiometer AUTOMATIC kunt u de zender laten reageren op de hoeveelheid licht die op de detector invalt. U kunt deze zender dus ook gebruiken voor het automatisch inschakelen van lampen als de schemering invalt.

De PIR-2000 is weerbestendig en kan ook worden toegepast in buiteninstallaties. De detector is draaibaar opgehangen in een bevestigingsjuk, zodat u de detector over een hoek van 195 graden in stappen van 15 graden kunt verdraaien. Het maximale detectorbereik bedraagt ongeveer tien meter. De schakeling werkt op batterijen, een netaansluiting is dus niet noodzakelijk.

De PIR-2000 mag niet geplaatst worden op of nabij een groot metalen voorwerp, zoals een metalen hek of op een voorwerp dat kan bewegen.

14.3 Domotica systemen



Figuur 5/14.3.2-9: De PIR-2000 infrarood zender.

Verder moet u er ook voor zorgen dat direct licht niet op de PIR-sensor kan schijnen of dat de detector warmtebronnen zoals ventilatoren en uitlaten kan waarnemen. Grote reflecterende oppervlakken, zoals een witte tuinmuur of het oppervlak van een zwembad, kunnen de goede werking van de detector schaden.
De ideale montagehoogte bedraagt 2,5 meter, hierbij wordt het best gebruik gemaakt van de gevoeligheid van de detector. Vanwege de aard van het werkingsprincipe is de detector veel gevoeliger voor bewegingen door het detectiegebied dan voor bewegingen die direct naar de detector toe zijn gericht.
De openingshoek van de detector kunt u op maat maken door gebruik te maken van de meegeleverde afschermingspaneeltjes, die in gleuven voor de detector passen. Zonder deze paneeltjes heeft de PIR-2000 een openingshoek van 110 graden, mét deze paneeltjes kunt u de detector een smal gebied laten controleren.
De PIR-2000 werkt op batterijen en kan dus overal worden gemonteerd. Open het batterijvak, stel de letter- en cijfercodes in, plaats de batterijen, sluit het vak en klik de detector in het montagejuk. Dat is alles, uw KlikAanKlikUit-systeem is nu uitgebreid met een zeer gevoelige zender die iedere beweging onmiddellijk detecteert. Als u de PIR-2000 toepast voor het besturen van een draadloze bel is het niet noodzakelijk de cijfercode in te stellen. De draadloze bellen van het systeem reageren namelijk op alle kanalen van een zendfrequentie. U moet dan natuurlijk wel de lettercodeschijf van de PIR-2000 en de draadloze bel op dezelfde letter instellen.
Op de onderkant van de behuizing staat een aantal schakelaars waarmee u de werking van de PIR-2000 instelt.
Met de drie-standen schuifschakelaar stelt u het detectie-principe in:
- OFF:
  de detector is uitgeschakeld;
- ML:
  de detector activeert alleen deurbellen;
- YC:
  de detector activeert géén deurbel(len), maar alleen ontvangers die op dezelfde cijfercode zijn ingesteld.

Met de AUTOMATIC potentiometer kunt u het systeem instellen op automatisch inschakelen als het donker wordt.
Met de TIME potentiometer kunt u de alarmtijd instellen die ingaat nadat de PIR-2000 een beweging heeft gedetecteerd. De tijd is in te stellen tussen 4 seconden en vijf minuten.
De technische gegevens van de PIR-2000:
- zendbereik maximaal 25 m;
- detectiebereik beweging maximaal 10 m;
- detectiehoek beweging: maximaal 110 graden;
- alarmtijd: 4 seconden tot 5 minuten;

- levensduur batterijen: 12 maanden minimaal;
- schakelt bij detectie één of meerdere ontvangers automatisch in;
- schakelt bij detectie gongsignaal van KlikAanKlikUit deurbel(len).

De dimmer/ontvanger YC-412
De YC-412 is, zie figuur 5/14.3.2-10, is een dimmermodule die in een normale wandcontactdoos wordt geplugd en maximaal 400 W kan schakelen. Nadat de twee codewieltjes zijn ingesteld kunt u de module inpluggen. De ingebouwde LED licht rood op. Als de ontvanger door een zender wordt geactiveerd zal de LED groen oplichten. De YC-412 kan niet alleen normale 230 V gloeilampen dimmen, maar kan ook de primaire wikkeling van een 12 V halogeentrafo schakelen. Ook de moderne zogenoemde "elektronische 12 V transformatoren" kunt u zonder problemen op deze module aansluiten. Als u de YC-412 gebruikt met normale gloeilampen moet de minimale belasting 40 W bedragen. Bij een kleinere belasting bestaat de kans dat de dimmer gaat "flikkeren".



Figuur 5/14.3.2-10: De dimmer/ontvanger YC-412.

De technische gegevens van de YC-412 zijn:
- 400 W dimmer voor gloeilampen en halogeen;
- ook geschikt voor 12 V halogeen;
- netspanning 220 V min., 240 V max.;
- kinderbeveiliging ingebouwd;
- tweekleuren controle-LED.

De ontvanger YC-1000
Ook deze ontvanger, zie figuur 5/14.3.2-11, in een module die in een normale wandcontactdoos wordt geplugd.



Figuur 5/14.3.2-11: De AAN/UIT-modulen YC-1000 en YC-3500.

Het verschil met de YC-412 is dat deze ontvanger géén dimmerfunctie heeft en dus alleen een verbuiker aan- of uitschakelt. Deze verbruiker mag de module met maximaal 1.000 W belasten. Ook deze module is voorzien van een tweekleuren-LED en kinderbeveiliging.
De technische gegevens van de YC-1000:
- 1000 W aan/uit;
- netspanning 220 V min., 240 V max.;
- kinderbeveiliging ingebouwd;
- tweekleuren controle-LED.

De ontvanger YC-3500
Deze module is volledig vergelijkbaar met de YC-1000. Het enige verschil is dat u met deze module 3.500 W kunt schakelen.

De dimmer/ontvanger CM-300
De ontvanger CM-300, zie figuur 5/14.3.2-12, is een 300 W inbouwdimmer.



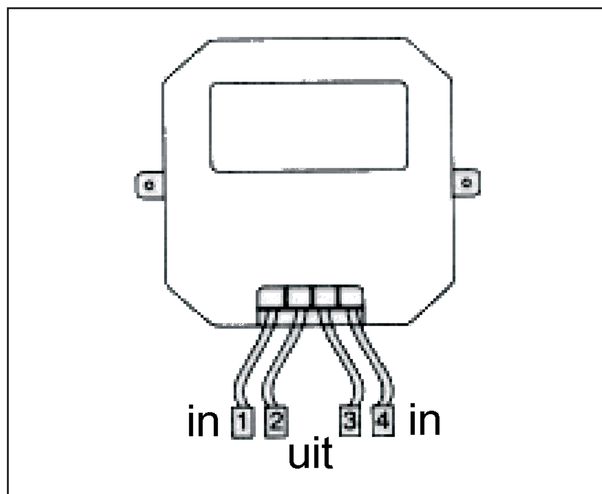
Figuur 5/14.3.2-12: De inbouwdimmer CM-300.



Figuur 5/14.3.2-13: De CM-modellen kunnen in standaard inbouwdozen worden gemonteerd.

Dat betekent dat u deze module in een standaard installatiedoos kunt monteren, zie figuur 5/14.3.2-13.
De CM-300 heeft vier aansluitingen, zie figuur 5/14.3.2-14, met de volgende kleurencode:
- aansluiting 1: bruin;
- aansluiting 2: zwart;
- aansluiting 3: blauw;
- aansluiting 4: blauw.

De bruine en blauwe draden van uw bedrading sluit u aan op de pennen 1 en 4. De belasting sluit u aan op de pennen 2 en 3. De twee blauwe contacten 3 en 4 zijn intern doorverbonden.
De CM-300 is geschikt voor het aansturen van de inductieve belasting van een normale transformator en voor het aansturen van de moderne “elektronische transformatoren” die bij veel 12 V halagoonverlichtingssets worden geleverd.



Figuur 5/14.3.2-14: De aansluitgegevens van de inbouwdimmer CM-300.

De technische gegevens van de CM-300 zijn:
- 300 W dimmer voor gloeilampen en halogeen;
- ook geschikt voor 12 V halogeen;
- netspanning 220 V min., 240 V max..

14.3 Domotica systemen

De ontvanger CM-1000

De CM-1000 ziet er qua uiterlijk net zo uit als de CM-300. Het is echter een inbouwontvanger die belastingen alleen in- en uitschakelt en wel met een maximaal vermogen van 1.000 W.
De technische gegevens zijn:
– 1 kW aan/uit;
– ook geschikt voor 12 V halogeen transformatoren;
– netspanning 220 V min., 240 V max..

De gordijn/zonwering ontvanger SUN-500

De module SUN-500, zie figuur 5/14.3.2-15, is speciaal ontwikkeld om motoren van jaloezieën, rolluiken, markiezen en (garage)deuren op afstand te bedienen met één van de KlikAanKlikUit afstandsbedieningen.



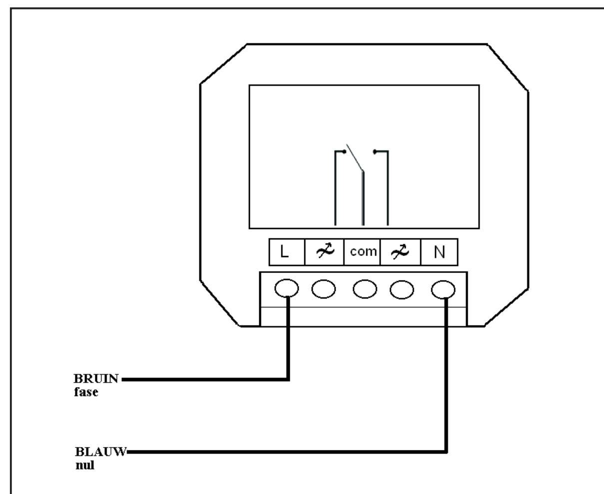
Figuur 5/14.3.2-15: De speciale module voor het bedienen van motoren.

De ontvanger SUN-500 is geschikt voor inbouw in een standaard installatiedoos maar kan ook in ander behuizingen van bijvoorbeeld een garagemotor ingebouwd worden. De ontvanger werkt op de 230 V netspanning. Deze netspanning is altijd nodig om de ontvanger te kunnen laten functioneren. Het schakelcontact voor de motoren is echter niet verbonden met de netspanning. Het is daarom mogelijk om laagspanningsmotoren van bijvoorbeeld 12 V of 24 V te schakelen.
Twee minuten na het bedienen van de ontvanger met een KlikAanKlikUit afstandsbediening schakelt het contact altijd vanzelf uit. Door de automatische uitschakeling na twee minuten is het ook mogelijk om de ontvanger als tijdschakelaar (bijvoorbeeld trappenhuislicht, toiletventilator en dergelijke) te gebruiken.
Het schakelcontact voor de motoren kan maximaal 1.000 W schakelen bij 230 V netspanning. Indien laagspannings motoren worden geschakeld kan maximaal 4 A worden geschakeld bij maximaal 48 V. Er mag maximaal één motor per SUN-500 aangesloten worden. Dit houdt dus in één zonnescherm of één garagemotor. Meerdere lampen per SUN-500 is geen probleem zolang het bovenvermelde vermogen niet wordt overschreden.
In de SUN-500 module zijn twee relais aanwezig waarvan de contacten niet spanningsvoerend zijn (potentiaal vrij). Daardoor zijn de contacten vrij van de voedende 230 V wisselspanning welke wordt aangesloten op de F- en N-contacten. Het COM (gemeenschappelijke) contact schakelt of naar het NC (normaly closed) of naar het NO (normaly open) contact, echter nooit naar beiden gelijktijdig. Als er gedurende twee minuten geen signaal van een zender is ontvangen vallen beide relais af zodat de COM geen contact meer maakt met NC en NO. Dit is de ruststand van de module. Omdat de module uit het lichtnet wordt gevoed is altijd een blauwe nuldraad nodig. Als deze niet aanwezig is moet deze worden bijgetrokken naar

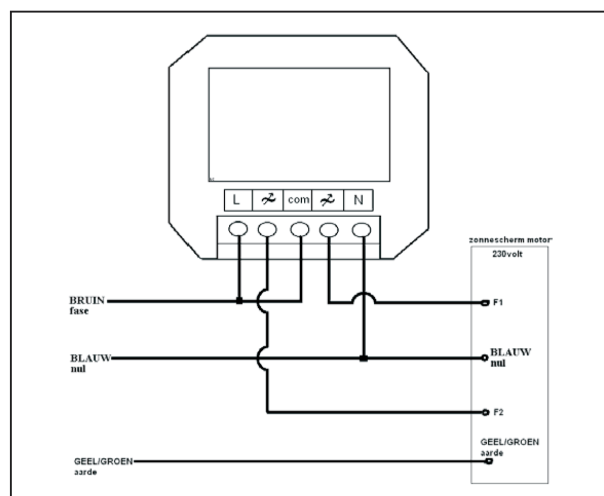
een bestaand schakelpunt of centraaldoos.
De bediening is zeer comfortabel en eenvoudig. Een voorbeeld van volgorde bij de besturing van zonwering zoals jaloezieën, rolluiken of markiezen is:
– knop AAN (ON) indrukken, de zonwering gaat omhoog;
– knop AAN (ON) of UIT (OFF) indrukken, de zonwering stopt;
– knop UIT (OFF) indrukken, de zonwering gaat omlaag.

Indien u meerdere SUN-500 ontvangers gebruikt dient u er op te letten dat alle aangesloten motoren dezelfde draairichting hebben voor het commando AAN (ON) en UIT (OFF). Eventueel moet u de twee motordraden omwisselen. Dit zijn de draden die zijn aangesloten op de twee klemmen.
Vanzelfsprekend kunnen meerdere afstandbedieningen geprogrammeerd worden met dezelfde codes zodat het mogelijk is de SUN-500 vanuit meerdere plaatsen te bedienen.
Voor alle toepassingen moet de netspanning worden aangesloten, zie figuur 5/14.3.2-16:
– de bruine draad (de fase) op klem L aansluiten;
– de blauwe draad (de nul) op klem N aansluiten.

Nu kunt u het relaiscontacten van de SUN-500 al horen schakelen als u de afstandsbediening gebruikt.
Het schema voor het aansluiting voor rolluiken, jaloezieën en zonwering die door 230 V motoren worden aangedreven is voorgesteld in figuur 5/14.3.2-17.
De motor van een zonnescherm heeft normaal vier draden: de aarde (geel\groen), de nul (blauw) en de twee fases, F1 (bruin) en F2 (zwart). Sluit de twee fases F1 (bruin) en F2 (zwart) van de zonneschermmotor aan op de contacten met het wisselspanningssymbool.



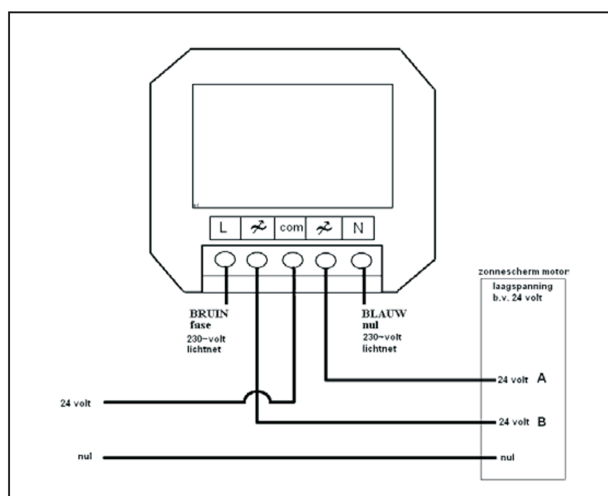
Figuur 5/14.3.2-16: Het aansluiten van de netspanning op de SUN-500.



Figuur 5/14.3.2-17: Het aansluiten van een 230 V motor op de SUN-500.

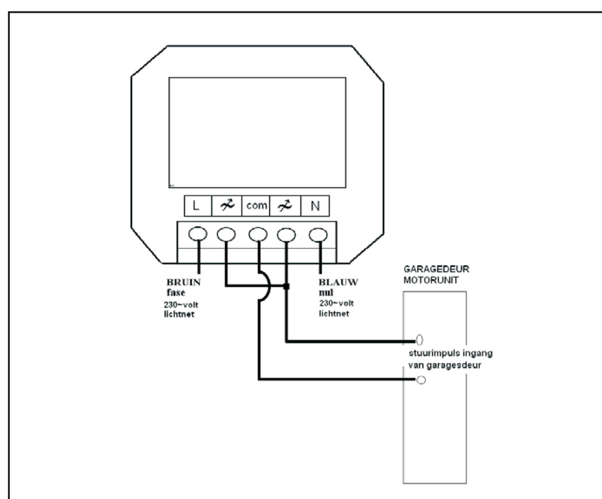
De plaats van F1 en F2 op de klemmen bepaald of het scherm omhoog of omlaag gaat na het bedienen van AAN- en UIT-knoppen van de afstandsbediening. Deze twee klemmen kunnen dus zonder probleem omgewisseld worden. De blauwe draad (nul) van het zonnescherm moet samen met de blauwe draad (nul) van het lichtnet op de N van de SUN-500

aangesloten worden. De bruine draad van het lichtnet (fase) moet op de L en COM van de SUN-500 aangesloten worden.
Het aansluitschema voor systemen die door 12 V of 24 V motoren worden bediend is voorgesteld in figuur 5/14.3.2-18. De laagspanning schakelt tussen de COM en de twee met een wisselspanningssymbool aangeduide klemmen. De L- en N-contacten mogen nooit verbinding maken met die van de laagspanning te weten de middelste drie. Dit kan tot zeer gevaarlijke situaties leiden!



Figuur 5/14.3.2-18: Het aansluiten van de SUN-500 op een laagspanningssysteem.

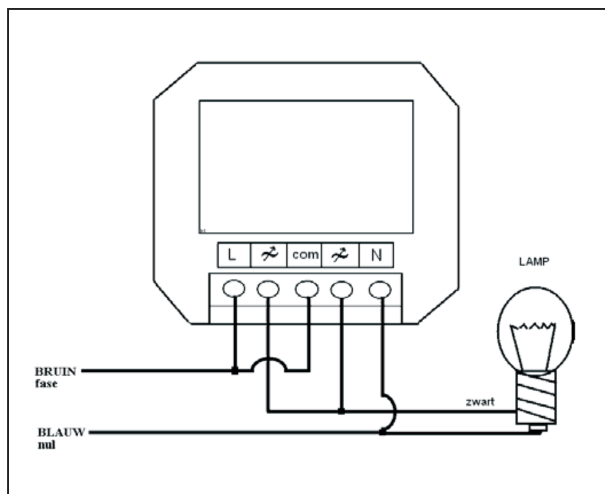
Het aansluiten van een garagedeur is voorgesteld in figuur 5/14.3.2-19. Voor elk commando omlaag/stop/omhoog moet er 2 keer op de zender worden gedrukt (AAN of UIT, welke knop maakt niet uit). De L- en N-contacten mogen nooit verbinding maken met die van het schakelcontact van de bedieningskast van de garagedeurmotor of de middelste drie contacten van de SUN-500.
De drie contacten mogen niet direct op de garagedeurmotor worden aangesloten, maar alleen op de positie van de schakelaar die door de fabrikant van de garagedeurmotor is voorgeschreven. Sluit bij deuren de SUN-500 alleen aan op de aanwezige impulsschakelaar van de besturing van de deuraandrijving.



Figuur 5/14.3.2-19: Het aansluiten van de SUN-500 op een garagedeuropener.

Verder bestaat er geen beveiliging tegen onopzettelijke hindernissen (persoon of auto in de deuropening)! Bovendien is het duidelijk dat de ontvangstcodes door derden kunnen worden gekraakt.
Het gebruik van de SUN-500 als twee minuten timer is voorgesteld in figuur 5/14.3.2-20. Op deze manier aangesloten blijft bijvoorbeeld de trappenhuisverlichting ongeveer twee minuten ingeschakeld. Deze actie kan met elke KlikAanKlikUit zender worden geactiveerd, dus ook met de bewegingsmelder PIR-2000.
Tot slot de samenvatting van de technische specificaties van de SUN-500:
– potentiaalvrij relais wisselcontact met middenrust stand;
– toepasbaar voor zonwering, rolluiken, jaloezieën, gordijnen en deuren;

– max. 8 A bij 220/240 V 50 Hz.



Figuur 5/14.3.2-20: Het gebruik van de SUN-500 als tijdschakelaar.

De gong met contactdoos + drukknop zender ML-8300R

Deze op elkaar afgestemde modulenset, zie figuur 5/14.3.2-21, bestaat uit een kleine batterijgevoede zender, die u aan de voordeur kunt bevestigen en een elektronische gong, die u ergens in huis in een standaard wandcontactdoos kunt steken. De gong beschikt over een standaard doorgekoppeld stopcontact, zodat er geen wandcontactdoos verloren gaat. Beide modulen hebben alleen een lettercodeschijfje, zodat u alleen de “zendfrequentie” kunt instellen. De gong is voorzien van een LED die gaat branden als de module met de netspanning wordt verbonden. De LED gaat knipperen op het moment dat een zendercode wordt ontvangen. De zender heeft een reikwijdte van ongeveer 75 meter.

De specificaties van deze combinatie in het kort samengevat:

– tweetonige gong;
– contactdoos met randaarde;
– belasting contactdoos max. 3500 W, 220-240 V;
– rood controlelampje op ontvanger;
– 16 verschillende codes;
– drukknop druipwaterdicht;
– reikwijdte tot 75 meter;
– batterij type A23/12V.



Figuur 5/14.3.2-21: De drukknop zender en gong ontvanger ML-8300R.

De gong + drukknop zender CDB-6500A

Deze combinatie, zie figuur 5/14.3.2-22, bestaat uit de reeds besproken drukknop zender plus een gong die nu geen doorgekoppeld stopcontact bevat, maar een optische indicatie. De ontvanger, die op de netspanning wordt aangesloten, geeft een duidelijk zichtbaar optisch signaal als de drukknop wordt bediend.

De specificaties samengevat:

– gelijktijdig gong- en lichtsignaal;
– tweetonige gong;
– eurostekker als voeding;
– voeding 220-240 V;
– 16 verschillende codes.

De gong + drukknop zender CDB-6500B

Deze combinatie, zie figuur 5/14.3.2-23, is in feite identiek aan de reeds besproken CDB-6500A. Het enige verschil is dat

de zender niet door middel van een batterij wordt gevoed, maar wordt aangesloten op de bestaande bedrading van een belknop. De drukknop verkrijgt zijn voedingsspanning van de secundaire wikkeling van deze trafo via de bestaande bel.



Figuur 5/14.3.2-22: De gong + drukknop combinatie CDB-6500A.



Figuur 5/14.3.2-23: De gong + drukknop combinatie CDB-6500B.

De specificaties samengevat:
- gelijktijdig gong- en lichtsignaal;
- tweetonige gong;
- eurostekker als voeding;
- voeding 220-240 V;
- 16 verschillende codes.

De gong CDB-6500C
Deze gong, zie figuur 5/14.3.2-24, kan onbeperkt worden gecombineerd met de draadloze deurbelinstallaties ML-8300R, CDB-6500A en CDB-6500B. Bovendien kan deze bel ook aanspreken op het signaal van de infrarood zender PIR-2000.



Figuur 5/14.3.2-24: De gong CDB-6500C.

De specificaties samengevat:
- gelijktijdig gong- en lichtsignaal;
- tweetonige gong;
- eurostekker als voeding;
- voeding 220-240 V;
- 16 verschillende codes.

Nadere gegevens

De KlikAanKlikUit-apparatuur wordt op de markt gebracht door:
Pan-Trade International BV
Huizersdijk 3
4761 PT Zevenbergen
Telefoon: 0168-32.55.52
E-mail: info@pan-trade.nl
Internet: www.klikaanklikuit.nl

5/21

CD-uitbreidingen: BD, Blu-ray Disc

Inhoud

5/21.1

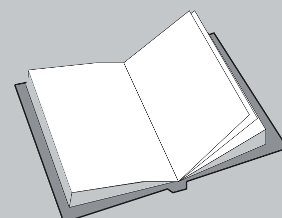
Blu-ray Disc, een introductie

Inleiding

Blu-ray Disc, de opvolger van DVD
Terwijl om de huidige DVD-recordable standaard (+RW, -RW, RAM) nog keihard wordt gevochten hebben negen grote fabrikanten een overeenkomst gesloten over de volgende generatie digitale opslagschijfjes. “Dank zij” de huidige 4,7 GB DVD-recordable chaos (waardoor de consument huiverig is om te kopen) hebben fabrikanten ingezien dat ze beter kunnen samenwerken dat elkaar dwars zitten. Hoewel .... (zie later!).
Niet minder dan 27 GB data op een schijfje van 12 cm met een overdrachtsnelheid van 36 Mb/s, dat biedt deze “Blu-ray Disc” (BD), de opvolger van de DVD. Ter vergelijking: op een gewone CD-ROM past maar 0,7 GB, op een DVD maar 4,7 GB.
De toename van de capaciteit op een schijf met dezelfde grootte als deze van CD en DVD is uiteraard alleen mogelijk als de data nog meer samengeperst wordt op de vierkante centimeter. Dit is mogelijk geworden door een andere kleur laser te gebruiken, namelijk blauw-violet in plaats van het (infra)rood van CD en DVD. De golflengte van de kleur blauw is kleiner dan rood waardoor ook de pit’s in de disk kleiner gemaakt kunnen worden. Maar de basistechniek is in feite nog hetzelfde als die van de CD.
De naam Blu-ray is afgeleid van de blauw-violette kleur licht die de laser in de Blu-ray afspeelapparatuur uitstraalt.

Drie “smaken”
Er zullen drie “smaken” Blu-ray Disc’s uitkomen. De eerste is Blu-ray rewritable (BD-RW). Hierop kan men opnemen, weergegeven en wissen. Deze standaard is volledig beschreven en de eerste apparaten komen binnenkort op de markt. Daarnaast zullen er read-only (BD-ROM) en recordable (BD-R) disks geproduceerd worden. De BD-ROM zal toegepast worden voor de distributie van hoge definitie speelfilms. De specificaties van deze twee laatste formaten zullen nog voor het derde kwartaal van 2003 vastgelegd worden.

LEES OOK:
Hoofdstuk 5/7.1
Hoofdstuk 5/7.2
Hoofdstuk 5/7.4
Hoofdstuk 5/17.2
Hoofdstuk 5/20.1



21.1 Blu-ray Disc, een introductie

Voorlopig zult u echter nog geen Blu-ray producten in de Europese winkels zien liggen, aangezien DVD hier nog volop in de groei is.

Opslagcapaciteit

Op een enkelzijdige Blu-ray Disc past, zoals reeds geschreven, ongeveer 27 GB aan informatie. Op zo'n schijfje past maar liefst dertien uur "normale" video en twee uur High Definition TV, een systeem dat maar niet in Europa wil aanslaan, maar bijvoorbeeld in Japan al zeer populair is.
Die populariteit van HDTV via de satelliet is de tweede belangrijke reden voor het ontwikkelen van een nieuwe CD-standaard. Hoe goed de kwaliteit van DVD ook is, de capaciteit van het schijfje is te klein om een normale speelfilm in HD-kwaliteit op te slaan. Bovendien is de overdrachtsnelheid van DVD naar het systeem ook te laag om HDTV te kunnen weergeven. De overdrachtsnelheid van Blu-ray Disc kan volgens de standaard maximaal 36 Mb/s bedragen en dat is meer dan voldoende voor alle op dit moment voorkomende situaties.
Daarnaast is men bezig met het ontwikkelen van dubbelzijdige schijfjes, die een opslagcapaciteit van 54 GB zullen krijgen. Door een verdere reductie van de minimale "pit"-lengte en het nog dichter op elkaar zetten van de track's verwacht men dat de capaciteit op te voeren is tot meer dan 100 GB.

Het Blu-ray Disc logo

Zoals gebruikelijk bij de introductie van een nieuwe techniek heeft men een gestandaardiseerd symbool ontworpen, dat op alle Blu-ray Disc producten zal verschijnen. Dit pictogram is voorgesteld in figuur 5/21.1-1.



Figuur 5/21.1-1: Het Blu-ray Disc pictogram.

De Blu-ray Alliantie

Voor het ontwikkelen van de nieuwe standaard werd de "Blu-ray Alliantie" opgericht door negen groten uit de elektronica-wereld:

- Hitachi;
- LG Electronics;
- Matsushita;
- Pioneer;
- Philips;
- Samsung;
- Sharp;
- Sony;
- Thomson.

Deze Alliantie gaat door het leven onder de naam "BD9C". Inderdaad, de volledige "who-is-who" van de consumentenelektronica wereld is vertegenwoordigd.
Met de steun van deze negen elektronica giganten heeft de Blu-ray Disc schijnbaar de noodzakelijke stevige basis om tot een wereldstandaard uit te groeien. Tot de groep behoren zes bedrijven die zich sterk gemaakt hebben voor de ontwikkeling van de DVD: Philips, Hitachi, Matsushita, Pioneer, Sony en Thomson.
Maar... Een aantal bedrijven dat de DVD-standaard ook ondersteunt, is helaas afwezig. Dat zijn Mitsubishi, AOL Time Warner, JVC en Toshiba. Met name de afwezigheid van Toshiba is opvallend omdat dit bedrijf als een van de

21.1 Blu-ray Disc, een introductie

belangrijkste drijvende krachten achter de DVD-standaard gezien wordt.
Toshiba heeft al aangekondigd dat het zijn eigen blauwe laser-techniek wil promoten als de opvolger van de DVD. Het feit dat Toshiba niet aangesloten is bij de Blu-ray Disc groep kan er op wijzen dat er mogelijk ook op dit terrein weer een strijd zal plaatsvinden over welk systeem een standaard wordt.

Philips in de eerste linie
Net als bij CD en DVD heeft Philips ook bij de ontwikkeling van deze nieuwe opslagtechnologie een voortrekkersrol vervuld. Philips' topman Kleisterlee zei onlangs op een bijeenkomst "te geloven dat de toekomst van optische opslagmedia er blauw uit zal zien".

Productie van de BD-schijfjes
De massaproductie van de nieuwe BD-schijfjes zal de fabrikanten geen hoofdpijn bezorgen. De machines, die nu DVD-schijfjes uitspuwen, kunnen ook gebruikt worden voor de productie van BD-schijfjes. Bij DVD werkt men met twee polycarbonaat schijfjes met een dikte van 0,6 mm waartussen de reflecterende laag wordt aangebracht. Bij BD werkt men met twee schijfjes van respectievelijk 1,1 mm en 0,1 mm. Daarnaast wordt gewerkt aan een nog goedkoper productieproces, waarbij de laag van 0,1 mm opgedampt wordt. Deze twee productieprocessen worden "BD substrate" en "BD cover layer" genoemd.

Copy protection
Het zal u niet verwonderen dat de ongeneeslijke kwaal van het kopiëren van schijfjes de bedenkers van het BD-systeem slapeloze nachten heeft bezorgd. Hoe te verhinderen dat BD-schijfjes net zo gemakkelijk in uw PC worden gekopieerd als CD's en DVD's?
Kwade tongen beweren dat de keuze van een cartridge weinig te maken had met de krasgevoeligheid, maar alles met het kopieerprobleem. Door de cartridge van BD-ROM's iets anders uit de voeren dan deze van BD-RW's kan voorkomen worden dat een gehuurde speelfilm op een Blu-ray ROM-schijfje past in het BD-RW loopwerk dat u binnen vier jaar ongetwijfeld in uw PC hebt zitten. Omgekeerd past een zélf beschreven BD-RW dan niet in een eenvoudige Blu-ray Disc afspeler die dán deel uitmaakt van uw groeiende verzameling huiskamerapparatuur. Kopieerkwaal definitief verholpen. In de officiële literatuur van de BD Alliantie konden wij (uiteraard) geen bevestiging of ontkenning van deze geruchten vinden.
Ook softwarematig zijn uiteraard de nodige voorzieningen tegen kopiëren getroffen. Voor de "pre-recorded" BD-ROM's (films op Blu-ray Disc) zal gebruik worden gemaakt van een systeem dat "TBD" heet. Voor de BD-RW's is "BD-CPS" voorgeschreven. Beide systemen verhinderen het bit-by-bit copiëren van de inhoud van de schijf. Nadere gegevens over deze systemen zijn op dit moment niet op het Internet te vinden.
Tot slot ligt er een voorstel om aan iedere Blu-ray Disc een uniek nummer toe te kennen, het "BD-ID". In de op het schijfje opgenomen gegevens wordt naar dit ID gerefereerd. Maakt iemand een kopie, dan komt het ID van het kopieschijfje niet meer overeen met het ID waar de software naar verwijst.

Algemene specificaties
Tot slot van deze inleiding een overzicht van de algemene specificaties van het Blu-ray Disc systeem:

– opname capaciteit enkelzijdig:
23,3, 25,0 of 27 GB
– opname capaciteit dubbelzijdig
46,6, 50,0 of 54 GB
– golflengte:
405 nm, blauw-violet
– numerieke apertuur:
0,85
– data-transfer rate:
36 Mb/s
– diameter schijf:
120 mm
– dikte schijf:
1,2 mm
– beschermingslaag:
0,1 mm
– afmetingen cartridge:
129 x 131 x 7 mm
– tracking pitch:
0,32 µm
– kortste pit-lengte:
0,160, 0,149 of 0,138 µm
– opname systeem:
phase change recording
– track formaat:
on-groove recording
– video formaat:
MPEG2 video
– audio formaat:
PCM, Dolby Digital, AC3, MPEG1 Layer2
– data rate audio:
Dolby Digital: 32 tot 384 kb/s
PCM: 2,3 Mb/s @ 24 bit
– data multiplexing systeem:
MPEG2 transport stream

Het optisch systeem

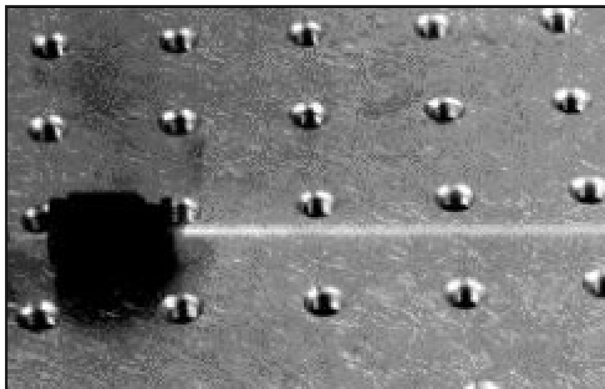
Inleiding

De huidige generatie CD's en DVD's maakt gebruik van een infrarode of een rode laser. Deze typen hebben een golflengte van 780 tot 650 nm. Blauw-violette lasers hebben met 405 nm een beduidend kortere golflengte. Hierdoor is het mogelijk om gedetailleerdere groeven te branden en deze dichter bij elkaar op de schijf te zetten. Dat betekent dat er meer informatie op de schijf opgeslagen kan worden.

De blauw-violette laser

Het nadeel van het systeem is het hoge prijskaartje dat nu nog aan de techniek hangt. De aanvankelijke prijs van zo'n € 1.000,00 voor één blauw-violette laserdiode is weliswaar flink gezakt, maar de nog steeds peperdure onderdelen maken het onmogelijk om de techniek nu al toe te passen in betaalbare consumentenelektronica.
Het Japanse elektronicabedrijf Nichia speelt een belangrijke rol bij de vervaardiging van de toegepaste blauw-violette lasers. Sony heeft namelijk met Nichia een overeenkomst afgesloten met als doel de massale en goedkope productie van de noodzakelijke laserdioden mogelijk te maken. De ontwikkeling van de laser startte in juni 2002. In de lente van 2003 kwam de productie goed op gang.
Er bestaan twee systemen om blauw-violette laserdioden te maken. Nichia maakt gebruik van gallium-nitride (GaN) als halfgeleidermateriaal. Een tweede technologie maakt gebruik van wat "second harmonics generation" laser's (SHG) wordt genoemd. Matsushita is deze technologie aan het perfectioneren. Deze laser's hebben echter een golflengte van 425 nm.
Een groot probleem is het in stand houden van het vrij grote vermogen van 30 mW dat nodig is voor het beschrijven van BD-RW's. Dergelijke vermogens zijn wel haalbaar, maar door verouderingsverschijnselen gaat het vermogen van de

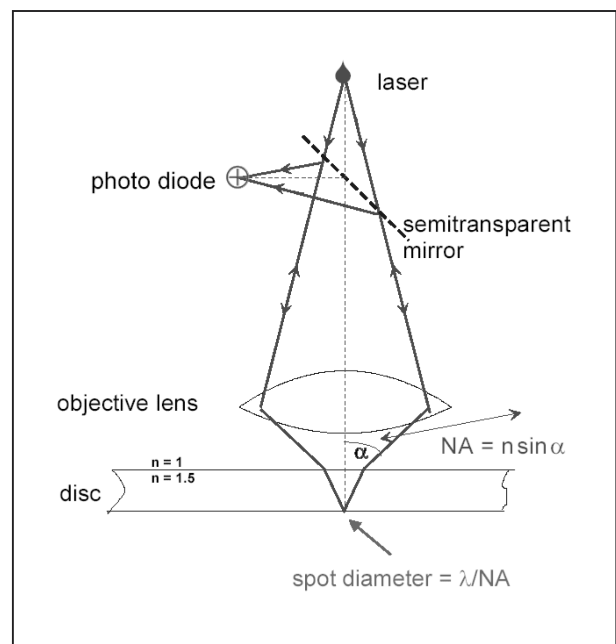
laser's snel achteruit. Zowel Nichia als Matsushita beweren dat deze problemen opgelost zijn op het moment dat het Blu-ray Disc systeem massaal in de winkels ligt.
Beide fabrikanten denken dat de stukprijs daalt tot ongeveer US$ 8,10 op het moment dat de massa-productie goed op gang komt.
In figuur 5/21.1-2 is de door Nichia ontwikkelde blauw-violette laser voorgesteld in een 1*1 mm^2 patroon.



Figuur 5/21.1-2: De door Nichia ontwikkelde miniatuur laser voor Blu-ray Disc toepassingen.

Even wat theorie

Het voordeel van de korte golflengte van blauw-violette laser's kan alleen maar uitgebuit worden als er speciale maatregelen worden getroffen bij de constructie van het schijfje. Om de details van de constructie van een Blu-ray Disc te begrijpen moeten we even wat achtergronden over de algemene werking van optische registratie van gegevens herhalen.
In figuur 5/21.1-3 is de principiële werking van CD's, DVD's en nu dus ook BD's weergegeven. Een laser zendt een dunne straal licht loodrecht naar het schijfje. Die bundel gaat echter eerst door een half transparante spiegel. Via een objectieflens wordt het licht gefocusseerd op de reflecterende laag op het schijfje. Die laag zit echter aan de onderzijde van de schijf. De straal gaat dus eerst door het materiaal van de schijf. Hierbij moet men rekening houden met de brekingshoek als het licht van de lucht overgaat naar het transparante materiaal waaruit het schijfje is gemaakt. In feite wordt de lichtbundel twee maal afgebogen: één maal in de lens en één maal bij het binnendringen van de schijf.



Figuur 5/21.1-3: De principiële werking van CD, DVD en BD.

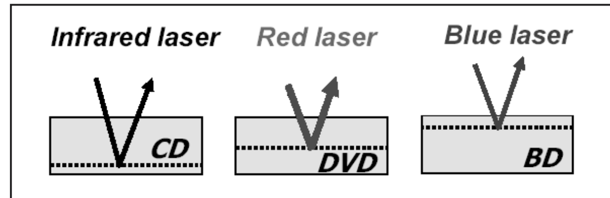
De reflecterende laag aan de onderzijde van het schijfje is voorzien van putjes (CD-ROM) of van iets minder reflecterende minuscule pit's (CD-R, CD-RW). Het gevolg is dat de lichtstraal niet altijd volledig wordt teruggekaatst naar boven. Op deze manier wordt de lichtstraal gemoduleerd met de gegevens die in het schijfje zijn geperst (CD-ROM) of gebrand (CD-R, CD-RW). De met gegevens

21.1 Blu-ray Disc, een introductie

"gevulde" lichtstraal gaat weer naar de lens en vandaar naar de half transparante spiegel. Het gereflecteerde licht wordt hier onder een hoek van 45° afgebogen en valt in op de foto-diode, die de digitale informatie uit de lichtstraal bevrijdt.

De spotdiameter bepaalt de opslagcapaciteit

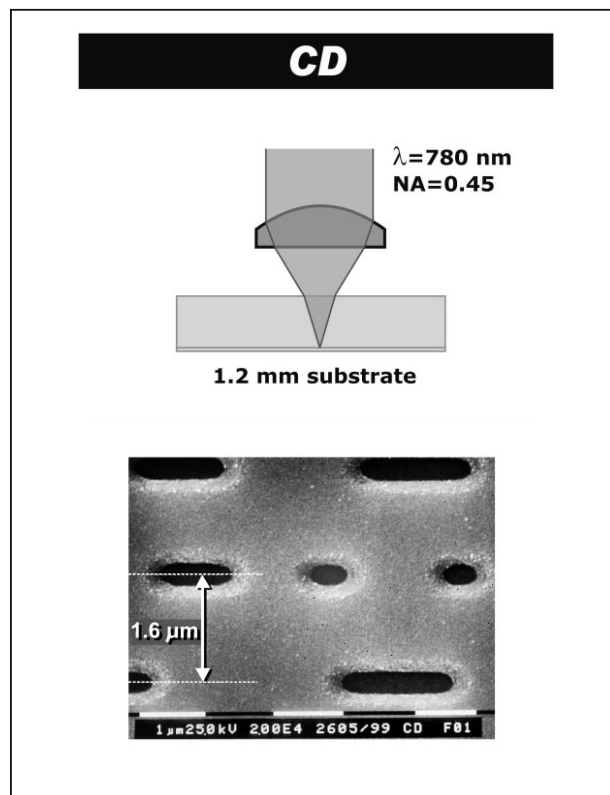
Het zal duidelijk zijn dat de diameter van de lichtbundel (de spot) die op de reflecterende laag invalt de opslagcapaciteit van de schijf volledig bepaalt. Immers, hoe kleiner de diameter van de spot, hoe dichter de windingen van het gegevensspoor naast elkaar kunnen liggen en hoe kleiner de minimale pit-lengte is die nog wordt gedetecteerd. De minimale diameter van de spot wordt op zijn beurt bepaalt door de golflengte van het licht en door een belangrijke eigenschap van de lens die "numerieke apertuur" NA wordt genoemd. Bovendien speelt de brekingsindex van het materiaal van de schijf ook een rol. De drie genoemde factoren stellen de fysische grenzen vast waaraan de schijfjes moeten voldoen.
Zoals uit figuur 5/21.1-4 blijkt, zijn alle schijfjes van CD, DVD en BD 1,2 mm dik. Maar daar houdt de overeenkomst op! Bij een CD-schijfje ligt de reflecterende laag ***aan de onderzijde*** van de schijf. De lichtstraal gaat dus twee keer door 1,2 mm kunststof. Bij een DVD-schijfje ligt de reflecterende laag ***in het midden*** van de schijf. Nu gaat de lichtbundel twee keer door 0,6 mm kunststof. Bij een BD-schijfje ligt de reflecterende laag ***aan de bovenzijde*** van de schijf. Een en ander is samengevat in figuur 5/21.1-4 en wordt voorgeschreven door de relatie tussen de genoemde factoren golflengte, NA en brekingsindex.



Figuur 5/21.1-4: Als gevolg van de relatie tussen golflengte, numerieke apertuur en brekingsindex ligt de reflecterende laag bij CD, DVD en BD niet op dezelfde plaats.

De situatie bij CD

De situatie bij een CD is geschetst in figuur 5/21.1-5.



Figuur 5/21.1-5: Het lichtgeleidingssysteem bij een CD.

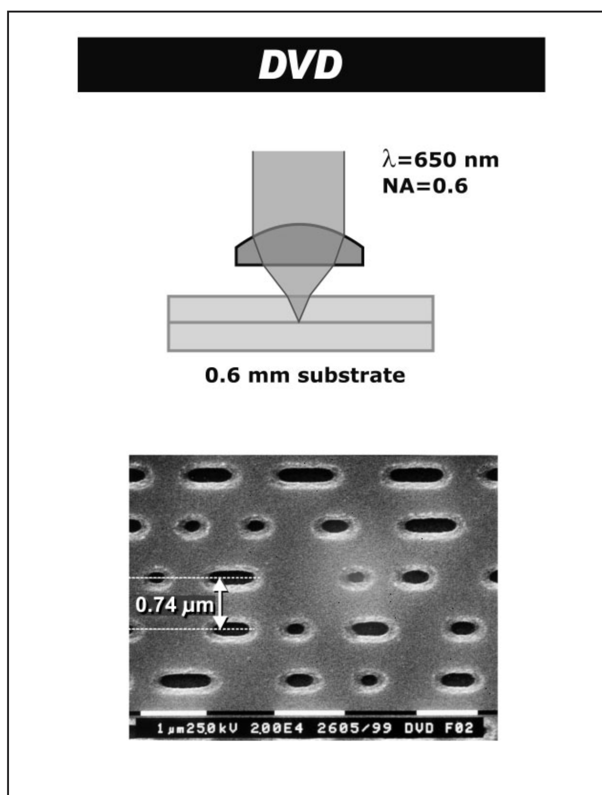
De infrarode laser heeft een golflengte van 780 nm en de lens een numerieke apertuur van 0,45. Het gevolg is dat de lichtspot volledig gefocusseerd wordt op

21.1 Blu-ray Disc, een introductie

de reflecterende laag als deze 1,2 mm "diep" zit. Dat is de enige reden waarom men de dikte van een CD- schijfje op 1,2 mm heeft vastgesteld: het kwam optisch het beste uit. De toegepaste golflengte van het licht en de NA van de lens hebben tot gevolg dat de lichtspot op het reflecterend oppervlak een diameter van ongeveer 1 µm heeft. Men kan dus de windingen van de gegevensspiraal 1,6 µm naast elkaar leggen zonder dat de spot in de verleiding komt twee naast elkaar gelegen windingen uit te lezen.

De situatie bij DVD

Deze is geschetst in figuur 5/21.1-6. Nu wordt gebruik gemaakt van een rode laser met een golflengte van 650 nm en een lens met een numerieke apertuur van 0,6.

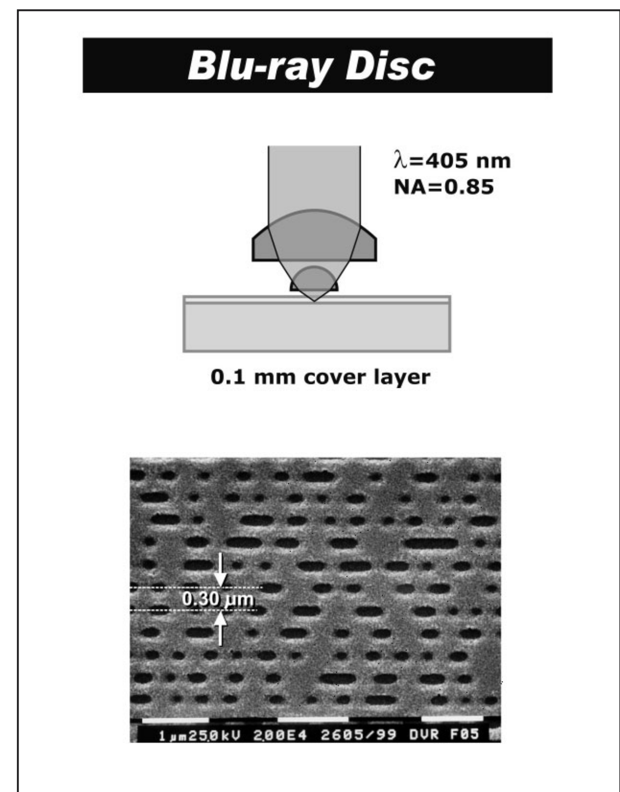


Figuur 5/21.1-6: De situatie bij een DVD-schijfje.

Dat, samen met de brekingsindex van het materiaal van het schijfje, heeft tot gevolg dat de spot tot één punt wordt gefocusseerd op een vlak dat 0,6 mm onder het oppervlak van het schijfje ligt. De reflecterende laag moet dus precies in het midden van het 1,2 mm dikke schijfje worden opgenomen. Vanwege de lagere golflengte en de hogere NA is de diameter van de spot veel kleiner. De spiralen liggen nu 0,30 µm uit elkaar, de minimale pit-lengte is gereduceerd tot 0,4 µm.

De situatie bij BD

De situatie bij DB is geschetst in figuur 5/21.1-7.



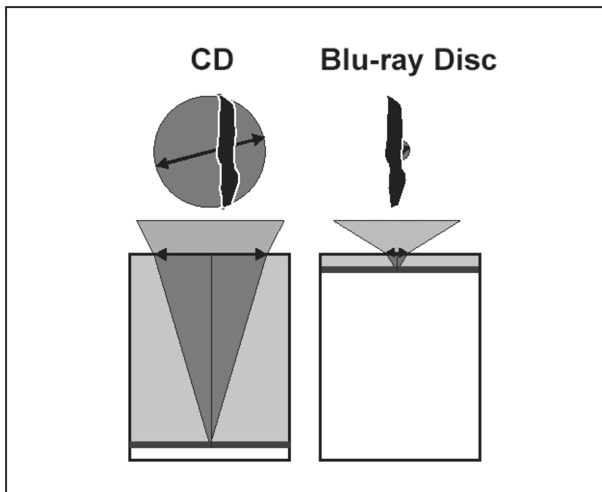
Figuur 5/21.1-7: Het lichtgeleidingssysteem bij een BD.

Om een zo klein mogelijke lichtspot te verkrijgen is de lens ingewikkelder van constructie en heeft een numerieke

apertuur van 0,85. Het brandpunt ligt nu 0,1 mm onder de oppervlakte van het schijfje. De afstand tussen de windingen is gereduceerd tot 0,30 µm, de minimale pit-lengte bedraagt 0,15 µm.

Gevolgen voor het BD-schijfje

De door de fysica opgelegde constructie van een BD-schijfje heeft een paar onaangename praktische consequenties.
Op de eerste plaats gaat de bij CD veelgeroemde ongevoeligheid voor krassen volledig verloren. Hoe dat komt is voorgesteld in figuur 5/21.1-8.



Figuur 5/21.1-8: Verklaring van de grote krasgevoeligheid van een BD-schijfje.

De lichtspot heeft bij een CD, op het moment dat hij het oppervlak van het schijfje bereikt, een vrij grote diameter (links). Een kras is dus veel smaller dan de diameter van de spot en het licht vervolgt, iets verzwakt, zijn weg naar de reflecterende laag. Bij een BD-schijfje (rechts) is de diameter van de bundel al heel klein. Het gevolg is dat een kras de dunne straal volledig afschermt en dat deze niet doordringt tot de reflecterende laag.

Op de tweede plaats is een Blu-ray Disc, om dezelfde redenen, veel gevoeliger voor stofjes en vingervlekken op het oppervlak.

Het gebruik van een cartridge

Men kan dit probleem oplossen door de toplaag met een dikte van 0,1 mm uit een zeer krasvaste kunststof te maken. Maar dan nog is het probleem van de gevoeligheid voor stof en vingervlekken niet opgelost. Vandaar dat men heeft besloten de BD-schijfjes niet los op de markt te brengen, zoals dat wél het geval is bij CD en DVD, maar opgesloten in een cartridge. In principe dus dezelfde constructie als toegepast bij diskettes. Hoe een BD-schijfje er in de praktijk uitziet is voorgesteld in de figuren 5/21.1-9 en -10. Figuur 5/21.1-9 geeft de uitvoering die door Sony wordt aangeboden. De BD-schijf zit opgesloten in een verzegelde kunststof cartridge, voorzien van een transparant leesvenster. Figuur 5/21.1-10 geeft een BD-schijfje van Panasonic. Ook nu zit de schijf in een kunststof cassette, maar de bovenzijde is volledig transparant.

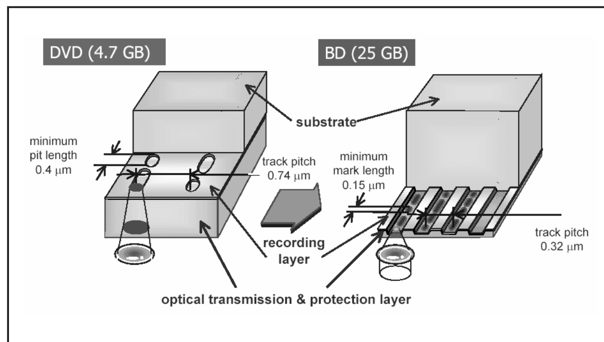


Figuur 5/21.1-9: De Sony-uitvoering van een BD-schijfje in een cartridge.

21.1 Blu-ray Disc, een introductie



Figuur 5/21.1-10: De uitvoering die door Panasonic op de markt wordt gebracht.



Figuur 5/21.1-11: De samenstelling van en BD-schijfje (rechts) vergeleken met deze van een DVD-schijfje (links).

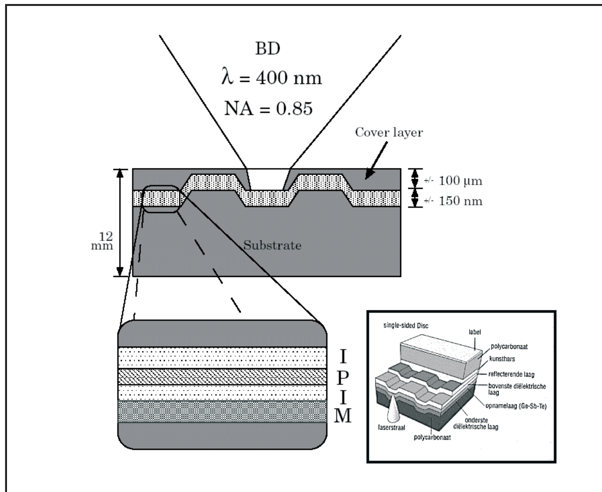
De samenstelling van de BD-schijf
In figuur 5/21.1-11 word de samenstelling van een BD-schijf vergeleken met deze van een DVD-schijf. Let op het feit dat de laserstraal aan de onderzijde binnentreedt! Naast het verschil in de positie van de transparante laag valt nog een wezenlijk verschil op. Bij de BD-schijfjes worden de "groeven" van de data-spiraal gestanst in de toplaag van 0,1 mm. Bij CD en DVD is dat niet het geval en wordt de geometrie van het spoor alleen vastgelegd door de opeenvolging van de pit's die een spiraalvormig verloop heeft. Een en ander heeft te maken met de eisen die gesteld worden aan het systeem dat het optisch aftastmechanisme op het dataspoor gericht houdt. Bij BD is dit spoor zo smal en liggen de groeven zo dicht op elkaar dat dit mechanisch ingestanst patroon helpt om de laser keurig op de spiraal gericht te houden.

Blu-ray Disc recording

Inleiding
Het zal duidelijk zijn dat een nieuwe standaard voor de opslag van data geen kans heeft als niet meteen ook het opnemen en wissen wordt gestandaardiseerd. Dat is bij Blu-ray Disc goed geregeld. Het gebruik van PCR-technologie geeft de mogelijkheid tot zowel het eenmalig opnemen (Write Once) als het meermaals opnemen/wissen (Rewritable).

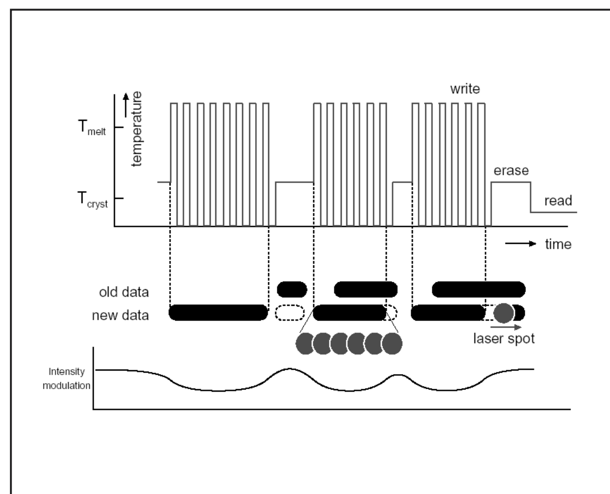
Phase Change Recording, PCR
Bij deze manier van wegschrijven van gegevens is de onderlaag transparant met daarin geïntegreerde opname- en relfectielagen. Deze techniek wordt ook bij de herschrijfbare DVD toegepast en is dus bekend terrein voor de fabrikanten. Een doorsnede door een rewritable Blu-ray Disc is getekend in figuur 5/21.1-12.
De recorderlaag bestaat uit een sandwich van vier uiterst dunne lagen, die de "IPIM layer stack" wordt genoemd. Deze opnamelaag is uit vier delen opgebouwd, van boven naar onder:
– de eerste diëlektrische interferentie laag I;
– de phase change laag P;
– de tweede diëlektrische interferentie laag I;

– de koelende metalen laag M.



Figuur 5/21.1-12: De samenstelling van een rewritable Blu-ray Disc.

Let op dat deze vier lagen gezamenlijk maar 150 nm dik zijn!
De werking berust op het natuurkundige gegeven dat men door middel van opwarming de eigenschappen van de P-laag dramatisch kan veranderen. In de ene toestand is zij tamelijk reflecterend, in de andere toestand reflecteert zij minimaal.
Het wis- en brand-proces noemt men "multi-pulse recording". Als de laser met een zwakke straal de phase change laag P verhit tot ongeveer 200 °C dan worden de zich daarin bevindende atomen kristallijn geordend. Dit heeft tot gevolg dat het materiaal de maximaal haalbare reflectiegraad bereikt.
Koelt het medium nu langzaam af dan blijft deze toestand behouden. Bij de tweede "arbeidsgang" wordt de laserstraal aanzienlijk versterkt, zodat de P-laag tot maximaal 700 °C wordt verhit. De door deze hitte in beweging gezette atomen van de phase change laag P worden hierdoor in "wanordelijke" toestand gebracht. Men noemt dit de amorfe toestand. De twee diëlektrische lagen en de metalen laag onttrekken de in de legering ontstane warmte en na afkoeling blijft deze amorfe toestand bewaard. Het reflectievermogen neemt op dat moment sterk af.
De op deze manier verkregen gebieden van hoge en lage reflectiegraden komen overeen met de volgorde van de "pit's" en "land's" die de digitale informatie op normale CD's bevatten.
Om oververhitting van de P-laag te verhinderen wordt de laser gemoduleerd, dus aan- en uitgeschakeld. Het proces is voorgesteld in figuur 5/21.1-13. U ziet duidelijk hoe de nieuwe gegevens worden geschreven met een sterke laserstraal (write) en hoe de te wissen oude gegevens worden gewist met een veel zwakkere straal (erase). Ter verduidelijking staat in de grafiek ook nog eens aangegeven met wat voor intensiteit de gegevens worden gelezen (read). De intensiteit van de laser wordt bij het lezen dus tot een minimale waarde teruggebracht.



Figuur 5/21.1-13: Het wissen en beschrijven van een rewritable Blu-ray Disc met een hoogvermogen schrijflaser.

21.1 Blu-ray Disc, een introductie

De Sony Blu-ray Disc recorder BDZ-S77

Sony is de eerste fabrikant die een Blu-ray Disc recorder op de markt heeft gebracht. Hoewel, "op de markt", tot nu toe (augustus 2003) is het apparaat alleen op de Japanse markt verkrijgbaar. Met een prijs van US$ 4.000,00 wordt het apparaat vást geen succes. Maar dat hoeft in dit stadium nog niet, de bedoeling van Sony zal eerder zijn het zoveelste bewijs te leveren van haar technische suprematie en van haar capaciteit om razendsnel nieuwe technologieën productierijp te maken. Bovendien worden dergelijke primeurs vaak gebruikt om een nieuwe vormgeving uit te testen.

De BDZ-S77, zie figuur 5/21.1-14, is een fors apparaat (14 kg!) dat er inderdaad alles behalve standaard uitziet. Onder de grote, schuin gemonteerde voorklep zitten alle bedieningsknoppen en schakelaars.



Figuur 5/21.1-14: De Sony BDZ-S77 Blu-ray Disc recorder.

De specificaties van het apparaat zijn:

- speelt BD's, Video-CD's, DVD's, DVD-R/RW's en CD's af;
- neemt video op enkelzijdige Blu-ray Disc's op met een capaciteit van maximaal 23 GB;
- zet het video-signaal in real time om in MPEG-2;
- opnametijd
  1.080 lijnen High Definition:
  2 uur met 24 Mb/s
  720 lijnen:
  2 uur met 24 Mb/s
  480 lijnen:
  4 uur met 12 Mb/s
  480 lijnen interlaced:
  4,4 uur met 11 Mb/s
- HF-tuner voor Japanse terestrische norm en SAT-TV
- dynamisch bereik:
  DVD: 108 dB
  CD: 100 dB
- afmetingen 43 x 13,5 x 398, cm
- gewicht 14 kg

Het apparaat is voorzien van een paar moderne snufjes die met ronkende namen en met hoofdletters worden verkondigd: "Motion Adaptive Field Noise Reduction", "Block Noise Reduction" en "Video Equalizer Technology". De ingebouwde firmware zorgt voor snelle zoekalgoritmen naar lege sectoren op de schijf en heeft een "tumbnail"-functie, waarmee u de inhoud van de diverse opnames overzichtelijk kunt bekijken.

Tot slot bevat het apparaat een tuner voor het verwerken van de in Japan reeds te ontvangen High Definition TV (HDTV) satelliet-programma's.

Prototypes

Op diverse beurzen in het najaar van 2002 en het voorjaar van 2003 hebben andere leden van de Alliantie prototypes van Blu-ray Disc recorders voorgesteld:

- Hitachi (figuur 5/21.1-15);
- Victor (figuur 5/21.1-16);
- Panasonic;
- Philips (figuur 5/21.1-17);
- Pioneer;
- Samsung;
- Sharp;
- Zenith.

21.1 Blu-ray Disc, een introductie



Figuur 5/21.1-15: Een BD-recorder prototype van Hitachi.



Figuur 5/21.1-16: Een BD-recorder prototype van Victor.



Figuur 5/21.1-17: Een BD-recorder prototype van Philips.

Helaas doen deze bedrijven geen uitspraken over de introductie van hun speeltjes op de diverse wereldmarkten. Het blijft bij vage geruchten als “ergens in de loop van 2004".

Van 12 cm naar 3 cm!

Small Form Factor Optical Storage, SFFO

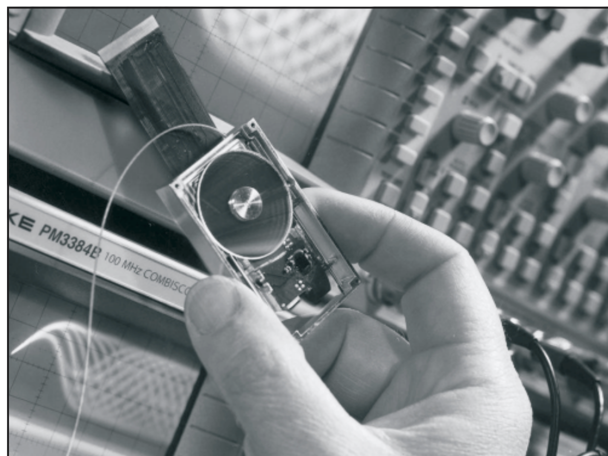
De markt voor draagbare apparaten groeit stormachtig. Het marktonderzoekbureau Gartner verwacht dat er in 2005 wereldwijd meer dan één miljard draagbare video-spelers, MP3-spelers, telefoons, PDA’s, notebooks, digitale camera’s en camcorders worden verkocht. Al die apparaten zullen steeds kleiner worden en steeds meer mogelijkheden krijgen. Eén gemeenschappelijk kenmerk is de aanwezigheid van een geheugensysteem. Tot nu toe heeft zo ongeveer ieder draagbaar apparaat dat op de markt komt een eigen data-drager, met als gevolg dat de moderne consument tientallen verschillende soorten geheugenkaartjes en -cartridges in voorraad moet houden. Een kleine, goedkope, universele, gebruiksvriendelijke en verwijderbare data-drager zou op dit gebied een ware revolutie betekenen.

Welnu, misschien is Philips bezig deze revolutie te ontketenen!

Op basis van de Blu-ray Disc technologie heeft Philips, helemaal alleen, het SFFO-systeem ontwikkeld. Dit systeem, in de wandelgangen “Portable Blue” genoemd, maakt gebruik van schijfjes met een diameter van slechts 3 cm. Dit kleinood heeft aan beide kanten een opslagcapaciteit van maximaal 4 GB. De eerste versies van het schijfje zijn in staat 1 GB op te slaan op beide zijden. Door meerdere opslaglagen aan te brengen, zoals

21.1 Blu-ray Disc, een introductie

ook bij DVD's wordt gedaan, is de opslagcapaciteit echter snel te verdubbelen naar 4 GB. Daar kunt u dus duizenden foto's op kwijt, een stuk of vijf DivX-films en honderden MP3's.
Het loopwerk waarin de schijfjes passen, is slechts 34 mm breed, 56 mm lang en 7 mm dik, zie figuur 5/21.1-18. Deze kleine afmetingen zijn een gevolg van de toepassing van een plastic lens in plaats van de huidige glazen lens en van een nieuw ontwikkeld optisch systeem.



Figuur 5/21.1-18: Een prototype van de eerste SFFO-drive van Philips.

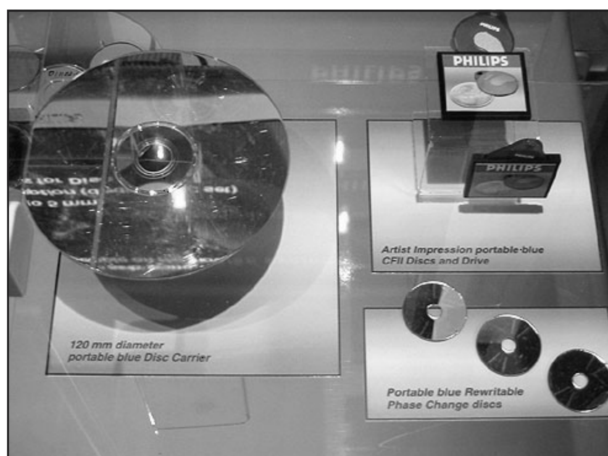
Nu nog de wereld overtuigen
Philips heeft al vaker sensationele producten ontwikkeld, die bij gebrek aan wereldwijde ondersteuning (of zelfs door regelrechte tegenwerking) een roemloze dood zijn gestorven. Denk maar aan Video 2000, CD-I en de Philips homecomputer. Gaat dit met dit nieuwe revolutionaire product ook gebeuren? Philips heeft in het voorjaar van 2003 een presentatie in Japan georganiseerd om sceptici ervan te overtuigen dat de nieuwe schijfjes straks werkelijk in staat zijn 4 GB op te slaan op een oppervlak van ongeveer zeven vierkante centimeter. Bij deze presentatie werd het apparaatje als een echt juweel gepresenteerd, zie figuur 5/21.1-19.



Figuur 5/21.1-19: De eerste presentatie van de SFFO-drive in Japan.

De 3 cm schijfjes
Een SFFO-schijfje is even dik als een DVD, maar de laag waar de data wordt opgeslagen heeft de Blu-ray Disc dikte van 0,1 millimeter. Bij een DVD is dat 0,6 millimeter. Volgens Philips verkleint dit de kans op afspeelproblemen als het apparaat wordt bewogen, bijvoorbeeld bij het lopen of rennen met het draagbare apparaat. Draagbare DVD-spelers hebben hier last van.
Figuur 5/21.1-20 geeft een mooie vergelijking van de afmetingen van een hedendaagse CD (links) en de afmetingen van de SFFO-schijfjes (rechts).
Volgens Wayne Fletcher, Philips' woordvoerder van het onderzoekscentrum in Southampton, komen de eerste schijfjes binnen twee jaar op de markt. Chris Buma, hoofd van de in Eindhoven gevestigde Optical-divisie, stelt dat de produktiekosten niet hoger liggen dan "een paar Euro-cent" per schijfje. De prijs van de recorder/player zou bij introductie niet meer dan € 110,00 bedragen.

21.1 Blu-ray Disc, een introductie



Figuur 5/21.1-20: Vergelijking van de afmetingen van een 120 mm CD en een 30 mm SFFO.

Blu-ray in de PC

Inleiding
Het zal natuurlijk geen verbazing wekken dat de immens grote opslagcapaciteit van Blu-ray Disc heel interessant is voor de automatiseringswereld. De bestaande technologieën van magnetische en optische opslag van gegevens bereiken hun fysische grenzen, zowel wat betreft data-opslag (9,1 GB) als transfer-rate. Ook hier lonkt de blauw-violette laser!

Sony's BW-F101
Blu-ray Disc PC-Writer SCSI
Als eerste producent ter wereld heeft Sony op 10 april 2003 een Blu-ray Disc PC-Writer op de markt gebracht. Met deze recorder is het mogelijk maximaal 23 tot 27 GB aan informatie op een enkel schijfje te plaatsen. Dat is vier- tot vijfmaal zo veel als standaard DVD-recorders momenteel aankunnen.
Het apparaat, zie figuur 5/21.1-21, ziet er uit als een normale 5.25 inch CD- of DVD-recorder. Het enige verschil is dat de te beschrijven, te lezen en te wissen schijfjes in een cartridge zitten.



Figuur 5/21.1-21: De eerste Blu-ray Disc PC reader/recorder voor gebruik in de PC-omgeving.

Deze Blu-ray Disc recorder zal verkocht worden voor een prijs van ongeveer € 3.500,00. Een stevige prijs, iets dat door Sony ook wordt toegegeven. De BW-F101 wordt dan ook vooral gezien als "proefmodelletje". De verwachting is dat Sony pas in 2005 met modellen op de markt komt waarmee het concern echt geld zal gaan verdienen. De beschrijfbare Blu-ray schijfjes worden op dit moment aangeboden voor € 45,00.
De opslagcapaciteit van een schijfje bedraagt volgens Sony 23,3 GB. De transfer-rate van het apparaat bedraagt maximaal 9 Mb/s, zodat een schijfje in ongeveer 45 minuten is volgeschreven. Het apparaat communiceert met de PC via een Ultra-Wide-160-SCSI-Interface.
Deze interface werd gekozen vanwege de hoge transfer-rate van de data-overdracht. Een normale IDE-interface laat het hier afweten. Nadeel is wél dat de meeste PC's niet standaard met een SCSI-interface zijn uitgerust en dat er

21.1 Blu-ray Disc, een introductie

dus extra in hardware moet worden geïnvesteerd.
De BW-F101 ondersteunt, wat uitlezen betreft, Blu-ray Disc, DVD Video, DVD-ROM, DVD-R/RW, CD-ROM, CD-Text, CD-Extra, CD-DA, CD-I, CD-ROM XA, Mixed-Mode CD, Photo-CD en Video-CD. De driver-software werkt samen met Windows 98 Second Edition, Windows 2000, Windows 2000 Professional en Windows Milennium.

Verkrijgbaarheid
Op dit moment (augustus 2003) wordt de BW-F101 alleen op de Japanse markt aangeboden. Wanneer het apparaat wereldwijd beschikbaar komt is nog niet duidelijk.

Software support ontbreekt
Een tweede probleem is dat de bekendste brander-applicaties, zoals Nero Burning ROM en Easy CD, het Blu-ray Disc formaat nog niet ondersteunen. Dat zal ook wel even zo blijven, want dergelijke software-ontwikkelaars zijn alleen geinteresseerd in uitbreiding van hun software als een systeem wereldwijd ter beschikking staat. Sony levert bij het apparaat een eigen mastering-programma.

Blu-ray Disc File System Developer Toolkit
Maar, die ontbrekende software-support zal niet lang op zich laten wachten! Door het Amerikaanse bedrijf Software Architects Inc. wordt een Toolkit op de markt gebracht, waarmee software ontwikkelaars heel snel het Blu-ray Disc formaat in een Windows-applicatie kunnen integreren. Dit formaat is namelijk absoluut niet te vergelijken met het Universal Disc Format (UDF), waarmee DVD-recorders werken.

Het nieuwe Blu-ray Disc File System dat door Software Architects is ontworpen, is op dit moment al gelicenceerd door Samsung. Als u toevallig interesse zou hebben in het zélf schrijven van programma's die Blu-ray Disc ondersteunen, dan kunt u voor een sappige US$ 15.000,00 een licentie aanvragen.

Van 23 GB naar 100 GB!
Het einde is nog niet in zicht. Volgens Rick Thong, manager van de afdeling data-opslag van Sony, werkt het concern aan opvolgers die rond 2005 op de markt zullen komen en niet minder dan 50 GB aan data kunnen bevatten, met een transfer-rate van 18 Mb/s. De derde generatie Blu-ray Diks recorders, met een opslagcapaciteit van 100 GB en een transfer-rate van 36 Mb/s, worden een paar jaar verwacht.

Niet compatibel
De Blu-ray Disc technologie die voor de PC-omgeving wordt ontwikkeld, is niet compatibel met de systemen die voor de opslag van home-video op de markt zullen komen. De BW-F101 werkt volgens het zogenaamde “Blue-Laser-Optical-Disc” principe, afgekort tot VDisc. De optische technologie is identiek, maar het bestandssysteem waarmee de gegevens op de schijf worden geschreven is speciaal ontworpen voor de PC.

Philips
Ook Philips heeft inmiddels de eerste Blu-ray Disc PC-recorder klaar. Op de CeBIT 2003 zijn de eerste modellen aan het volk getoond. Philips ziet op dit moment echter geen markt voor een Blu-ray Disc PC-recorder, reden waarom het elektronicaconcern deze recorder nog niet op de markt brengt.

Ultra Density Optical

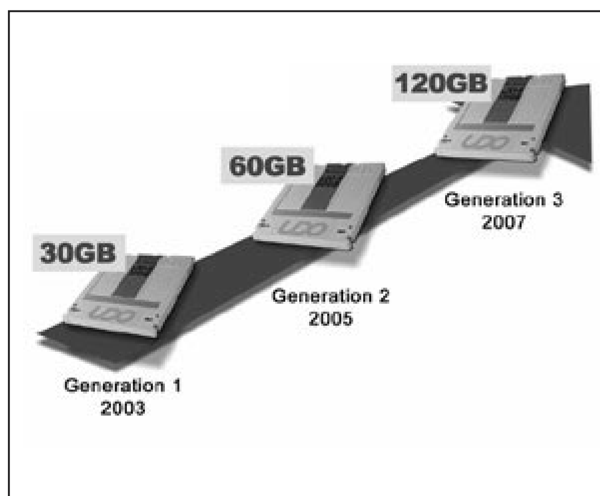
Hetzelfde systeem met een andere naam

De grote opslagcapaciteit en snelle data-transfer van het Blu-ray Disc systeem is niet alleen voor de grote spelers in de consumenten-elektronica markt interessant. Een tweede groep geïnteresseerden zijn alle bedrijven die zich bezig houden met het ontwikkelen van professionele massa-opslag van gegevens. Die hebben het Blu-ray principe wél geadopteerd, maar onder een andere naam, waar u ongetwijfeld nog veel van zult horen: UDO. UDO is het letterwoord voor "Ultra Density Optical" en alle UDO-compatibele apparatuur wordt voorgesteld door het pictogram van figuur 5/21.1-22.



Figuur 5/21.1-22: Het UDO-logo dat op alle UDO-compatibele apparatuur te vinden is.

UDO werkt zuiver technisch op dezelfde manier als Blu-ray Disc. Het gehele optische systeem is waarschijnlijk zelfs uit een en dezelfde fabriek afkomstig. De verschillen zitten in de vormgeving van de cardridges, deze zijn bij UDO aangepast aan de bestaande MO- standaarden. Door bij UDO gebruik te maken van dezelfde ISO-standaard vormfactor als voor 5.25 inch optische drives en media van eerdere generaties, kan mixed-media ondersteuning worden geboden. De afmetingen van de cartridges zijn identiek aan die van de bestaande 5.25 inch MO-disk, waardoor ze compatibel zijn met bestaande bibliotheek-systemen. Er komen zowel write-once als herschrijfbare varianten beschikbaar. De eerste generatie van de 30 GB drives biedt een doorvoersnelheid van 8 Mb/s. Ook voor de komende producten met hogere capaciteit wordt voor het lezen achterwaartse compatibiliteit gegarandeerd.
Zoals uit figuur 5/21.1-23 blijkt, zal de evolutie van UDO parallel verlopen aan deze van het Blu-ray Disc File System. De eerste generatie is reeds op de markt en biedt een opslagcapaciteit van 30 GB. Maar terwijl Sony niet verder durft te gaan dan een verwachte 100 GB in 2007, belooft UDO 120 GB in 2007. Afwachten maar!
In figuur 5/21.1-24 zijn de specificaties van de drie UDO-media overzichtelijk samengevat.



Figuur 5/21.1-23: De verwachte stijging van de opslagcapaciteit op één UDO-schijfje.

Plasmon

Een van de "mass storage"-fabrikanten die reeds UDO-recorders op de markt heeft is Plasmon.

21.1 Blu-ray Disc, een introductie

	Generation 1	Generation 2	Generation 3
Capacity	30 GB	60 GB	120 GB
Transfer Rate	up to 8 MB/s	up to 12 MB/s	up to 18 MB/s
RPM	2000 RPM	3000 RPM	3600 RPM
Avg Seek Time	25 msec	25 msec	25 msec
Numerical Aperture	0.7	0.7	0.85
Media Layers	1	2	2
Encoding	1,7	1,7	ML
Sector Size	8KB	8KB	8KB
SCSI Transfer Rate	80 MB/s	80 MB/s	80 MB/s
Load Time	5 seconds	5 seconds	5 seconds
Unload Time	3 seconds	3 seconds	3 seconds
MSBF	750,000	750,000	750,000

Figuur 5/21.1-24: Overzicht van de specificaties van de drie UDO-systemen.

Het UDO-programma, bekendgemaakt op de AIIM 2003 Conference and Exposition New York, stelt klanten die gebruik maken van Plasmon's G-Series 5.25 inch optische jukeboxen in staat UDO-drives toe te voegen. Hierbij blijven gegevens die op Magneto Optical (MO) cartridges staan gewoon toegankelijk.



Figuur 5/21.1-25: De UDO-cartridge met een opslagcapaciteit van 30 GB.

Deze mogelijkheid voor "mixed-media" biedt de klanten een duidelijke overgangsstrategie naar optische opslag met hogere prestaties en grotere capaciteit. Op dit moment levert Plasmon alleen de 30 GB UDO-media, zie figuur 5/21.1-25, met een duidelijk traject richting 60 GB en vervolgens 120 GB.

Advanced Optical Disc

Toshiba ligt dwars

Tot slot nog een paar zinnen over de mogelijke concurrentie voor Blu-ray Disc. Zoals in de inleiding geschreven, heeft Toshiba geweigerd mee te werken aan de Blu-ray Disk Alliantie. De officiële reden is dat dit bedrijf van mening is dat nieuwe ontwikkelingen op het gebied van optische registratie van video alleen maar binnen het DVD Forum mogen plaatsvinden.
Toshiba heeft, in samenwerking met NEC, aan dit Forum een concurrerend

21.1 Blu-ray Disc, een introductie

systeem voorgesteld, “Advanced Optical Disc” (AOD) genoemd. Komisch genoeg zitten alle bedrijven die de Blu-ray Disc Alliantie vormen ook in het DVD Forum..... Negen van de zeventien Forum-leden ontwikkelen dus Blu-ray Disc en die vormen een krappe meerderheid.

Technische specificaties
Terwijl het Blu-Ray Disc systeem tot in de details is beschreven in uitgebreide Books, heeft Toshiba/NEC nog weinig te melden. Beloofd wordt dat in het voorjaar van 2004 de specificaties versie 1.0 van AOD op papier staan.
Wat bekend is, is dat het systeem (uiteraard) ook met een blauw-violette laser werkt, schijfjes van 12 cm gebruikt en dat een enkelzijdig AOD-schijfje maar 15 GB gegevens kan bevatten.

Ter herinnering: BD kan 27 GB bevatten. Toch beweert Toshiba dat er op een AOD-schijfje evenveel video past als op een BD. AOD wil namelijk niet gebruik maken van video- compressie volgens de MPEG-2 norm, maar volgens de MPEG-4 norm. Deze norm werd in eerste instantie ontwikkeld voor het op een zeer efficiënte manier comprimeren van video-gegevens voor draadloze verzending naar draagbare apparaten zoals telefoons en PDA’s. De beeldkwaliteit van MPEG-4 zou lager zijn dan deze van MPEG-2.

6/2

Dioden

Inhoud

6/2.4

Europese zenerdioden

TYPENUMMER	ZENERSPANNING (V)	MAX. STROOM (mA)	MAX. VERMOGEN (mW)	BEHUIZING
BZV37	6,5	50	400	SOD68
BZV49-C10	10	250	1.000	SOT89
BZV49-C11	11	250	1.000	SOT89
BZV49-C12	12	250	1.000	SOT89
BZV49-C13	13	250	1.000	SOT89
BZV49-C15	14	250	1.000	SOT89
BZV49-C16	16	250	1.000	SOT89
BZV49-C18	18	250	1.000	SOT89
BZV49-C20	20	250	1.000	SOT89
BZV49-C22	22	250	1.000	SOT89
BZV49-C24	24	250	1.000	SOT89
BZV49-C27	27	250	1.000	SOT89
BZV49-C2V4	2,4	250	1.000	SOT89
BZV49-C2V7	2,7	250	1.000	SOT89
BZV49-C30	30	250	1.000	SOT89
BZV49-C33	33	250	1.000	SOT89
BZV49-C36	36	250	1.000	SOT89
BZV49-C39	39	250	1.000	SOT89
BZV49-C3V0	3,0	250	1.000	SOT89
BZV49-C3V3	3,3	250	1.000	SOT89
BZV49-C3V6	3,6	250	1.000	SOT89
BZV49-C3V9	3,9	250	1.000	SOT89
BZV49-C43	43	250	1.000	SOT89
BZV49-C47	47	250	1.000	SOT89
BZV49-C4V3	4,3	250	1.000	SOT89
BZV49-C4V7	4,7	250	1.000	SOT89
BZV49-C51	51	250	1.000	SOT89
BZV49-C56	56	250	1.000	SOT89
BZV49-C5V1	5,1	250	1.000	SOT89
BZV49-C5V6	5,6	250	1.000	SOT89
BZV49-C62	62	250	1.000	SOT89
BZV49-C68	68	250	1.000	SOT89
BZV49-C6V2	6,2	250	1.000	SOT89
BZV49-C6V8	6,8	250	1.000	SOT89
BZV49-C75	75	250	1.000	SOT89
BZV49-C7V5	7,5	250	1.000	SOT89
BZV49-C8V2	8,2	250	1.000	SOT89
BZV49-C9V1	9,1	250	1.000	SOT89
BZV55-B10	10	250	500	SOD80

2.4 Europese zenerdioden

TYPENUMMER	ZENERSPANNING (V)	MAX. STROOM (mA)	MAX. VERMOGEN (mW)	BEHUIZING
BZV55-B11	11	250	500	SOD80
BZV55-B12	12	250	500	SOD80
BZV55-B13	13	250	500	SOD80
BZV55-B15	15	250	500	SOD80
BZV55-B16	16	250	500	SOD80
BZV55-B18	18	250	500	SOD80
BZV55-B20	20	250	500	SOD80
BZV55-B22	22	250	500	SOD80
BZV55-B24	24	250	500	SOD80
BZV55-B27	27	250	500	SOD80
BZV55-B2V4	2,4	250	500	SOD80
BZV55-B2V7	2,7	250	500	SOD80
BZV55-B30	30	250	500	SOD80
BZV55-B33	33	250	500	SOD80
BZV55-B36	36	250	500	SOD80
BZV55-B39	39	250	500	SOD80
BZV55-B3V0	3,0	250	500	SOD80
BZV55-B3V3	3,3	250	500	SOD80
BZV55-B3V6	3,6	250	500	SOD80
BZV55-B3V9	3,9	250	500	SOD80
BZV55-B43	43	250	500	SOD80
BZV55-B47	47	250	500	SOD80
BZV55-B4V3	4,3	250	500	SOD80
BZV55-B4V7	4,7	250	500	SOD80
BZV55-B51	51	250	500	SOD80
BZV55-B56	56	250	500	SOD80
BZV55-B5V1	5,1	250	500	SOD80
BZV55-B5V6	5,6	250	500	SOD80
BZV55-B62	62	250	500	SOD80
BZV55-B68	68	250	500	SOD80
BZV55-B6V2	6,2	250	500	SOD80
BZV55-B6V8	6,8	250	500	SOD80
BZV55-B75	75	250	500	SOD80
BZV55-B7V5	7,5	250	500	SOD80
BZV55-B8V2	8,2	250	500	SOD80
BZV55-B9V1	9,1	250	500	SOD80
BZV55-C10	10	250	500	SOD80
BZV55-C11	11	250	500	SOD80
BZV55-C12	12	250	500	SOD80
BZV55-C13	13	250	500	SOD80
BZV55-C15	15	250	500	SOD80
BZV55-C16	16	250	500	SOD80
BZV55-C18	18	250	500	SOD80
BZV55-C20	20	250	500	SOD80
BZV55-C22	22	250	500	SOD80
BZV55-C24	24	250	500	SOD80
BZV55-C27	27	250	500	SOD80
BZV55-C2V4	2,4	250	500	SOD80
BZV55-C2V7	2,7	250	500	SOD80
BZV55-C30	30	250	500	SOD80
BZV55-C33	33	250	500	SOD80
BZV55-C36	36	250	500	SOD80

2.4 Europese zenerdioden

TYPENUMMER	ZENERSPANNING (V)	MAX. STROOM (mA)	MAX. VERMOGEN (mW)	BEHUIZING
BZV55-C39	39	250	500	SOD80
BZV55-C3V0	3,0	250	500	SOD80
BZV55-C3V3	3,3	250	500	SOD80
BZV55-C3V6	3,6	250	500	SOD80
BZV55-C3V9	3,9	250	500	SOD80
BZV55-C43	43	250	500	SOD80
BZV55-C47	47	250	500	SOD80
BZV55-C4V3	4,3	250	500	SOD80
BZV55-C4V7	4,7	250	500	SOD80
BZV55-C51	51	250	500	SOD80
BZV55-C56	56	250	500	SOD80
BZV55-C5V1	5,1	250	500	SOD80
BZV55-C5V6	5,6	250	500	SOD80
BZV55-C62	62	250	500	SOD80
BZV55-C68	68	250	500	SOD80
BZV55-C6V2	6,2	250	500	SOD80
BZV55-C6V8	6,8	250	500	SOD80
BZV55-C75	75	250	500	SOD80
BZV55-C7V5	7,5	250	500	SOD80
BZV55-C8V2	8,2	250	500	SOD80
BZV55-C9V1	9,1	250	500	SOD80
BZV85-C10	10	500	1.300	SOD66
BZV85-C11	11	500	1.300	SOD66
BZV85-C12	12	500	1.300	SOD66
BZV85-C13	13	500	1.300	SOD66
BZV85-C15	15	500	1.300	SOD66
BZV85-C16	16	500	1.300	SOD66
BZV85-C18	18	500	1.300	SOD66
BZV85-C20	20	500	1.300	SOD66
BZV85-C22	22	500	1.300	SOD66
BZV85-C24	24	500	1.300	SOD66
BZV85-C27	27	500	1.300	SOD66
BZV85-C30	30	500	1.300	SOD66
BZV85-C33	33	500	1.300	SOD66
BZV85-C36	36	500	1.300	SOD66
BZV85-C39	39	500	1.300	SOD66
BZV85-C3V6	3,6	500	1.300	SOD66
BZV85-C3V9	3,9	500	1.300	SOD66
BZV85-C43	43	500	1.300	SOD66
BZV85-C47	47	500	1.300	SOD66
BZV85-C4V3	4,3	500	1.300	SOD66
BZV85-C4V7	4,7	500	1.300	SOD66
BZV85-C51	51	500	1.300	SOD66
BZV85-C56	56	500	1.300	SOD66
BZV85-C5V1	5,1	500	1.300	SOD66
BZV85-C5V6	5,6	500	1.300	SOD66
BZV85-C62	62	500	1.300	SOD66
BZV85-C68	68	500	1.300	SOD66
BZV85-C6V2	6,2	500	1.300	SOD66
BZV85-C6V8	6,8	500	1.300	SOD66
BZV85-C75	75	500	1.300	SOD66
BZV85-C7V5	7,5	500	1.300	SOD66

2.4 Europese zenerdioden

TYPENUMMER	ZENERSPANNING (V)	MAX. STROOM (mA)	MAX. VERMOGEN (mW)	BEHUIZING
BZV85-C8V2	8,2	500	1.300	SOD66
BZV85-C9V1	9,1	500	1.300	SOD66
BZV90-C10	10	400	1.500	SOT223
BZV90-C11	11	400	1.500	SOT223
BZV90-C12	12	400	1.500	SOT223
BZV90-C13	13	400	1.500	SOT223
BZV90-C15	15	400	1.500	SOT223
BZV90-C16	16	400	1.500	SOT223
BZV90-C18	18	400	1.500	SOT223
BZV90-C20	20	400	1.500	SOT223
BZV90-C22	22	400	1.500	SOT223
BZV90-C24	24	400	1.500	SOT223
BZV90-C27	27	400	1.500	SOT223
BZV90-C2V4	2,4	400	1.500	SOT223
BZV90-C2V7	2,7	400	1.500	SOT223
BZV90-C30	30	400	1.500	SOT223
BZV90-C33	33	400	1.500	SOT223
BZV90-C36	36	400	1.500	SOT223
BZV90-C39	39	400	1.500	SOT223
BZV90-C3V0	3,0	400	1.500	SOT223
BZV90-C3V3	3,3	400	1.500	SOT223
BZV90-C3V6	3,6	400	1.500	SOT223
BZV90-C3V9	3,9	400	1.500	SOT223
BZV90-C43	43	400	1.500	SOT223
BZV90-C47	47	400	1.500	SOT223
BZV90-C4V3	4,3	400	1.500	SOT223
BZV90-C4V7	4,7	400	1.500	SOT223
BZV90-C51	51	400	1.500	SOT223
BZV90-C56	56	400	1.500	SOT223
BZV90-C5V1	5,1	400	1.500	SOT223
BZV90-C5V6	5,6	400	1.500	SOT223
BZV90-C62	62	400	1.500	SOT223
BZV90-C68	68	400	1.500	SOT223
BZV90-C6V2	6,2	400	1.500	SOT223
BZV90-C6V8	6,8	400	1.500	SOT223
BZV90-C75	75	400	1.500	SOT223
BZV90-C7V5	7,5	400	1.500	SOT223
BZV90-C8V2	8,2	400	1.500	SOT223
BZV90-C9V1	9,1	400	1.500	SOT223
BZX284-B10	10	250	400	SOD110
BZX284-B11	11	250	400	SOD110
BZX284-B12	12	250	400	SOD110
BZX284-B13	13	250	400	SOD110
BZX284-B15	15	250	400	SOD110
BZX284-B16	16	250	400	SOD110
BZX284-B18	18	250	400	SOD110
BZX284-B20	20	250	400	SOD110
BZX284-B22	22	250	400	SOD110
BZX284-B24	24	250	400	SOD110
BZX284-B27	27	250	400	SOD110
BZX284-B2V4	2,4	250	400	SOD110
BZX284-B2V7	2,7	250	400	SOD110

2.4 Europese zenerdioden

TYPENUMMER	ZENERSPANNING (V)	MAX. STROOM (mA)	MAX. VERMOGEN (mW)	BEHUIZING
BZX284-B30	30	250	400	SOD110
BZX284-B33	33	250	400	SOD110
BZX284-B36	36	250	400	SOD110
BZX284-B39	39	250	400	SOD110
BZX284-B3V0	3,0	250	400	SOD110
BZX284-B3V3	3,3	250	400	SOD110
BZX284-B3V6	3,6	250	400	SOD110
BZX284-B3V9	3,9	250	400	SOD110
BZX284-B43	43	250	400	SOD110
BZX284-B47	47	250	400	SOD110
BZX284-B4V3	4,3	250	400	SOD110
BZX284-B4V7	4,7	250	400	SOD110
BZX284-B51	51	250	400	SOD110
BZX284-B56	56	250	400	SOD110
BZX284-B5V1	5,1	250	400	SOD110
BZX284-B5V6	5,6	250	400	SOD110
BZX284-B62	62	250	400	SOD110
BZX284-B68	68	250	400	SOD110
BZX284-B6V2	6,2	250	400	SOD110
BZX284-B6V8	6,8	250	400	SOD110
BZX284-B75	75	250	400	SOD110
BZX284-B7V5	7,5	250	400	SOD110
BZX284-B8V2	8,2	250	400	SOD110
BZX284-B9V1	9,1	250	400	SOD110
BZX284-C10	10	250	400	SOD110
BZX284-C11	11	250	400	SOD110
BZX284-C12	12	250	400	SOD110
BZX284-C13	13	250	400	SOD110
BZX284-C15	15	250	400	SOD110
BZX284-C16	16	250	400	SOD110
BZX284-C18	18	250	400	SOD110
BZX284-C20	20	250	400	SOD110
BZX284-C22	22	250	400	SOD110
BZX284-C24	24	250	400	SOD110
BZX284-C27	27	250	400	SOD110
BZX284-C2V4	2,4	250	400	SOD110
BZX284-C2V7	2,7	250	400	SOD110
BZX284-C30	30	250	400	SOD110
BZX284-C33	33	250	400	SOD110
BZX284-C36	36	250	400	SOD110
BZX284-C39	39	250	400	SOD110
BZX284-C3V0	3,0	250	400	SOD110
BZX284-C3V3	3,3	250	400	SOD110
BZX284-C3V6	3,6	250	400	SOD110
BZX284-C3V9	3,9	250	400	SOD110
BZX284-C43	43	250	400	SOD110
BZX284-C47	47	250	400	SOD110
BZX284-C4V3	4,3	250	400	SOD110
BZX284-C4V7	4,7	250	400	SOD110
BZX284-C51	51	250	400	SOD110
BZX284-C56	56	250	400	SOD110
BZX284-C5V1	5,1	250	400	SOD110

2.4 Europese zenerdioden

TYPENUMMER	ZENERSPANNING (V)	MAX. STROOM (mA)	MAX. VERMOGEN (mW)	BEHUIZING
BZX284-C5V6	5,6	250	400	SOD110
BZX284-C62	62	250	400	SOD110
BZX284-C68	68	250	400	SOD110
BZX284-C6V2	6,2	250	400	SOD110
BZX284-C6V8	6,8	250	400	SOD110
BZX284-C75	75	250	400	SOD110
BZX284-C7V5	7,5	250	400	SOD110
BZX284-C8V2	8,2	250	400	SOD110
BZX284-C9V1	9,1	250	400	SOD110
BZX79-A10	10	250	500	SOD27
BZX79-A13	13	250	500	SOD27
BZX79-A15	15	250	500	SOD27
BZX79-A18	18	250	500	SOD27
BZX79-A24	24	250	500	SOD27
BZX79-A2V4	2,4	250	500	SOD27
BZX79-A2V7	2,7	250	500	SOD27
BZX79-A3V0	3,0	250	500	SOD27
BZX79-A3V9	3,9	250	500	SOD27
BZX79-A4V7	4,7	250	500	SOD27
BZX79-A5V1	5,1	250	500	SOD27
BZX79-A5V6	5,6	250	500	SOD27
BZX79-A6V2	6,2	250	500	SOD27
BZX79-A6V8	6,8	250	500	SOD27
BZX79-A75	75	250	500	SOD27
BZX79-A9V1	9,1	250	500	SOD27
BZX79-B10	10	250	500	SOD27
BZX79-B11	11	250	500	SOD27
BZX79-B12	12	250	500	SOD27
BZX79-B13	13	250	500	SOD27
BZX79-B15	15	250	500	SOD27
BZX79-B16	16	250	500	SOD27
BZX79-B18	18	250	500	SOD27
BZX79-B20	20	250	500	SOD27
BZX79-B22	22	250	500	SOD27
BZX79-B24	24	250	500	SOD27
BZX79-B27	27	250	500	SOD27
BZX79-B2V4	2,4	250	500	SOD27
BZX79-B2V7	2,7	250	500	SOD27
BZX79-B30	30	250	500	SOD27
BZX79-B33	33	250	500	SOD27
BZX79-B36	36	250	500	SOD27
BZX79-B39	39	250	500	SOD27
BZX79-B3V0	3,0	250	500	SOD27
BZX79-B3V3	3,3	250	500	SOD27
BZX79-B3V6	3,6	250	500	SOD27
BZX79-B3V9	3,9	250	500	SOD27
BZX79-B43	43	250	500	SOD27
BZX79-B47	47	250	500	SOD27
BZX79-B4V3	4,3	250	500	SOD27
BZX79-B4V7	4,7	250	500	SOD27
BZX79-B51	51	250	500	SOD27
BZX79-B56	56	250	500	SOD27

2.4 Europese zenerdioden

TYPENUMMER	ZENERSPANNING (V)	MAX. STROOM (mA)	MAX. VERMOGEN (mW)	BEHUIZING
BZX79-B5V1	5,1	250	500	SOD27
BZX79-B5V6	5,6	250	500	SOD27
BZX79-B62	62	250	500	SOD27
BZX79-B68	68	250	500	SOD27
BZX79-B6V2	6,2	250	500	SOD27
BZX79-B6V8	6,8	250	500	SOD27
BZX79-B75	75	250	500	SOD27
BZX79-B7V5	7,5	250	500	SOD27
BZX79-B8V2	8,2	250	500	SOD27
BZX79-B9V1	9,1	250	500	SOD27
BZX79-C10	10	250	500	SOD27
BZX79-C11	11	250	500	SOD27
BZX79-C12	12	250	500	SOD27
BZX79-C13	13	250	500	SOD27
BZX79-C15	15	250	500	SOD27
BZX79-C16	16	250	500	SOD27
BZX79-C18	18	250	500	SOD27
BZX79-C20	20	250	500	SOD27
BZX79-C22	22	250	500	SOD27
BZX79-C24	24	250	500	SOD27
BZX79-C27	27	250	500	SOD27
BZX79-C2V4	2,4	250	500	SOD27
BZX79-C2V7	2,7	250	500	SOD27
BZX79-C30	30	250	500	SOD27
BZX79-C33	33	250	500	SOD27
BZX79-C36	36	250	500	SOD27
BZX79-C39	39	250	500	SOD27
BZX79-C3V0	3,0	250	500	SOD27
BZX79-C3V3	3,3	250	500	SOD27
BZX79-C3V6	3,6	250	500	SOD27
BZX79-C3V9	3,9	250	500	SOD27
BZX79-C43	43	250	500	SOD27
BZX79-C47	47	250	500	SOD27
BZX79-C4V3	4,3	250	500	SOD27
BZX79-C4V7	4,7	250	500	SOD27
BZX79-C51	51	250	500	SOD27
BZX79-C56	56	250	500	SOD27
BZX79-C5V1	5,1	250	500	SOD27
BZX79-C5V6	5,6	250	500	SOD27
BZX79-C62	62	250	500	SOD27
BZX79-C68	68	250	500	SOD27
BZX79-C6V2	6,2	250	500	SOD27
BZX79-C6V8	6,8	250	500	SOD27
BZX79-C75	75	250	500	SOD27
BZX79-C7V5	7,5	250	500	SOD27
BZX79-C8V2	8,2	250	500	SOD27
BZX79-C9V1	9,1	250	500	SOD27
BZX84-A10	10	200	250	SOT23
BZX84-A12	12	200	250	SOT23
BZX84-A13	13	200	250	SOT23
BZX84-A15	15	200	250	SOT23
BZX84-A20	20	200	250	SOT23

2.4 Europese zenerdioden

TYPENUMMER	ZENERSPANNING (V)	MAX. STROOM (mA)	MAX. VERMOGEN (mW)	BEHUIZING
BZX84-A27	27	200	250	SOT23
BZX84-A2V4	2,4	200	250	SOT23
BZX84-A2V7	2,7	200	250	SOT23
BZX84-A36	36	200	250	SOT23
BZX84-A39	39	200	250	SOT23
BZX84-A3V0	3,0	200	250	SOT23
BZX84-A3V3	3,3	200	250	SOT23
BZX84-A3V6	3,6	200	250	SOT23
BZX84-A3V9	3,9	200	250	SOT23
BZX84-A43	43	200	250	SOT23
BZX84-A4V3	4,3	200	250	SOT23
BZX84-A4V7	4,7	200	250	SOT23
BZX84-A51	51	200	250	SOT23
BZX84-A5V1	5,1	200	250	SOT23
BZX84-A5V6	5,6	200	250	SOT23
BZX84-A6V2	6,2	200	250	SOT23
BZX84-A6V8	6,8	200	250	SOT23
BZX84-A75	75	200	250	SOT23
BZX84-A7V5	7,5	200	250	SOT23
BZX84-A8V2	8,2	200	250	SOT23
BZX84-A9V1	9,1	200	250	SOT23
BZX84-B10	10	200	250	SOT23
BZX84-B11	11	200	250	SOT23
BZX84-B12	12	200	250	SOT23
BZX84-B13	13	200	250	SOT23
BZX84-B15	15	200	250	SOT23
BZX84-B16	16	200	250	SOT23
BZX84-B18	18	200	250	SOT23
BZX84-B20	20	200	250	SOT23
BZX84-B22	22	200	250	SOT23
BZX84-B24	24	200	250	SOT23
BZX84-B27	27	200	250	SOT23
BZX84-B2V4	2,4	200	250	SOT23
BZX84-B2V7	2,7	200	250	SOT23
BZX84-B30	30	200	250	SOT23
BZX84-B33	33	200	250	SOT23
BZX84-B36	36	200	250	SOT23
BZX84-B39	39	200	250	SOT23
BZX84-B3V0	3,0	200	250	SOT23
BZX84-B3V3	3,3	200	250	SOT23
BZX84-B3V6	3,6	200	250	SOT23
BZX84-B3V9	3,9	200	250	SOT23
BZX84-B43	43	200	250	SOT23
BZX84-B47	47	200	250	SOT23
BZX84-B4V3	4,3	200	250	SOT23
BZX84-B4V7	4,7	200	250	SOT23
BZX84-B51	51	200	250	SOT23
BZX84-B56	56	200	250	SOT23
BZX84-B5V1	5,1	200	250	SOT23
BZX84-B5V6	5,6	200	250	SOT23
BZX84-B62	62	200	250	SOT23
BZX84-B68	68	200	250	SOT23

2.4 Europese zenerdioden

TYPENUMMER	ZENERSPANNING (V)	MAX. STROOM (mA)	MAX. VERMOGEN (mW)	BEHUIZING
BZX84-B6V2	6,2	200	250	SOT23
BZX84-B6V8	6,8	200	250	SOT23
BZX84-B75	75	200	250	SOT23
BZX84-B7V5	7,5	200	250	SOT23
BZX84-B8V2	8,2	200	250	SOT23
BZX84-B9V1	9,1	200	250	SOT23
BZX84-C10	10	200	250	SOT23
BZX84-C11	11	200	250	SOT23
BZX84-C12	12	200	250	SOT23
BZX84-C13	13	200	250	SOT23
BZX84-C15	15	200	250	SOT23
BZX84-C16	16	200	250	SOT23
BZX84-C18	18	200	250	SOT23
BZX84-C20	20	200	250	SOT23
BZX84-C22	22	200	250	SOT23
BZX84-C24	24	200	250	SOT23
BZX84-C27	27	200	250	SOT23
BZX84-C2V4	2,4	200	250	SOT23
BZX84-C2V7	2,7	200	250	SOT23
BZX84-C30	30	200	250	SOT23
BZX84-C33	33	200	250	SOT23
BZX84-C36	36	200	250	SOT23
BZX84-C39	39	200	250	SOT23
BZX84-C3V0	3,0	200	250	SOT23
BZX84-C3V3	3,3	200	250	SOT23
BZX84-C3V6	3,6	200	250	SOT23
BZX84-C3V9	3,9	200	250	SOT23
BZX84-C43	43	200	250	SOT23
BZX84-C47	47	200	250	SOT23
BZX84-C4V3	4,3	200	250	SOT23
BZX84-C4V7	4,7	200	250	SOT23
BZX84-C51	51	200	250	SOT23
BZX84-C56	56	200	250	SOT23
BZX84-C5V1	5,1	200	250	SOT23
BZX84-C5V6	5,6	200	250	SOT23
BZX84-C62	62	200	250	SOT23
BZX84-C68	68	200	250	SOT23
BZX84-C6V2	6,2	200	250	SOT23
BZX84-C6V8	6,8	200	250	SOT23
BZX84-C75	75	200	250	SOT23
BZX84-C7V5	7,5	200	250	SOT23
BZX84-C8V2	8,2	200	250	SOT23
BZX84-C9V1	9,1	200	250	SOT23
PDZ10B	10	200	400	SOD323
PDZ11B	11	200	400	SOD323
PDZ12B	12	200	400	SOD323
PDZ13B	13	200	400	SOD323
PDZ15B	15	200	400	SOD323
PDZ16B	16	200	400	SOD323
PDZ18B	18	200	400	SOD323
PDZ2.4B	2,4	200	400	SOD323
PDZ2.7B	2,7	200	400	SOD323

2.4 Europese zenerdioden

TYPENUMMER	ZENERSPANNING (V)	MAX. STROOM (mA)	MAX. VERMOGEN (mW)	BEHUIZING
PDZ20B	20	200	400	SOD323
PDZ22B	22	200	400	SOD323
PDZ24B	24	200	400	SOD323
PDZ27B	27	200	400	SOD323
PDZ3.0B	3,0	200	400	SOD323
PDZ3.3B	3,3	200	400	SOD323
PDZ3.6B	3,6	200	400	SOD323
PDZ3.9B	3,9	200	400	SOD323
PDZ30B	30	200	400	SOD323
PDZ33B	33	200	400	SOD323
PDZ36B	36	200	400	SOD323
PDZ4.3B	4,3	200	400	SOD323
PDZ4.7B	4,7	200	400	SOD323
PDZ5.1B	5,1	200	400	SOD323
PDZ5.6B	5,6	200	400	SOD323
PDZ6.2B	6,2	200	400	SOD323
PDZ6.8B	6,8	200	400	SOD323
PDZ7.5B	7,5	200	400	SOD323
PDZ8.2B	8,2	200	400	SOD323
PDZ9.1B	9,1	200	400	SOD323
PLVA2650A	5	250	250	SOT23
PLVA2656A	5,6	250	250	SOT23
PLVA2659A	5,9	250	250	SOT23
PLVA2662A	6,2	250	250	SOT23
PLVA2665A	6,5	250	250	SOT23
PLVA2668A	6,8	250	250	SOT23
PLVA450A	5	250	400	SOD27
PLVA453A	5,3	250	400	SOD27
PLVA456A	5,6	250	400	SOD27
PLVA459A	5,9	250	400	SOD27
PLVA462A	6,2	250	400	SOD27
PLVA465A	6,5	250	400	SOD27
PLVA468A	6,8	250	400	SOD27
PLVA650A	5	250	250	SOT23
PLVA653A	5,3	250	250	SOT23
PLVA656A	5,6	250	250	SOT23
PLVA659A	5,9	250	250	SOT23
PLVA662A	6,2	250	250	SOT23
PLVA665A	6,5	250	250	SOT23
PLVA668A	6,8	250	250	SOT23
PMBZ5226B	3,3	250	250	SOT23
PMBZ5227B	3,6	250	250	SOT23
PMBZ5228B	3,9	250	250	SOT23
PMBZ5229B	4,3	250	250	SOT23
PMBZ5230B	4,7	250	250	SOT23
PMBZ5231B	5,1	250	250	SOT23
PMBZ5232B	5,6	250	250	SOT23
PMBZ5233B	6,0	250	250	SOT23
PMBZ5234B	6,2	250	250	SOT23
PMBZ5235B	6,8	250	250	SOT23
PMBZ5236B	7,5	250	250	SOT23
PMBZ5237B	8,2	250	250	SOT23

2.4 Europese zenerdioden

TYPENUMMER	ZENERSPANNING (V)	MAX. STROOM (mA)	MAX. VERMOGEN (mW)	BEHUIZING
PMBZ5238B	8,7	250	250	SOT23
PMBZ5239B	9,1	250	250	SOT23
PMBZ5240B	10	250	250	SOT23
PMBZ5241B	11	250	250	SOT23
PMBZ5242B	12	250	250	SOT23
PMBZ5243B	13	250	250	SOT23
PMBZ5244B	14	250	250	SOT23
PMBZ5245B	15	250	250	SOT23
PMBZ5246B	16	250	250	SOT23
PMBZ5247B	17	250	250	SOT23
PMBZ5248B	18	250	250	SOT23
PMBZ5249B	19	250	250	SOT23
PMBZ5250B	20	250	250	SOT23
PMBZ5251B	22	250	250	SOT23
PMBZ5252B	24	250	250	SOT23
PMBZ5253B	25	250	250	SOT23
PMBZ5254B	27	250	250	SOT23
PMBZ5255B	28	250	250	SOT23
PMBZ5256B	30	250	250	SOT23
PMBZ5257B	33	250	250	SOT23
PZM10NB	10	250	300	SOT346
PZM10NB1	10	250	300	SOT346
PZM10NB2	10	250	300	SOT346
PZM10NB2A	10	200	220	SOT346
PZM10NB3	10	250	300	SOT346
PZM11NB	11	250	300	SOT346
PZM11NB1	11	250	300	SOT346
PZM11NB2	11	250	300	SOT346
PZM11NB2A	11	200	220	SOT346
PZM11NB3	11	250	300	SOT346
PZM12NB	12	250	300	SOT346
PZM12NB1	12	250	300	SOT346
PZM12NB2	12	250	300	SOT346
PZM12NB2A	12	200	220	SOT346
PZM12NB3	12	250	300	SOT346
PZM13NB	13	250	300	SOT346
PZM13NB1	13	250	300	SOT346
PZM13NB2	13	250	300	SOT346
PZM13NB2A	13	200	220	SOT346
PZM13NB3	13	250	300	SOT346
PZM15NB	15	250	300	SOT346
PZM15NB1	15	250	300	SOT346
PZM15NB2	15	250	300	SOT346
PZM15NB2A	15	200	220	SOT346
PZM15NB3	15	250	300	SOT346
PZM16NB	16	250	300	SOT346
PZM16NB1	16	250	300	SOT346
PZM16NB2	16	250	300	SOT346
PZM16NB3	16	250	300	SOT346
PZM18NB	18	250	300	SOT346
PZM18NB1	18	250	300	SOT346
PZM18NB2	18	250	300	SOT346

2.4 Europese zenerdioden

TYPENUMMER	ZENERSPANNING (V)	MAX. STROOM (mA)	MAX. VERMOGEN (mW)	BEHUIZING
PZM18NB3	18	250	300	SOT346
PZM2.4NB	2,4	250	300	SOT346
PZM2.4NBA	2,4	200	220	SOT346
PZM2.7NB	2,7	250	300	SOT346
PZM2.7NB1	2,7	250	300	SOT346
PZM2.7NB2	2,7	250	300	SOT346
PZM2.7NB2A	2,7	200	220	SOT346
PZM20NB	20	250	300	SOT346
PZM20NB1	20	250	300	SOT346
PZM20NB2	20	250	300	SOT346
PZM20NB3	20	250	300	SOT346
PZM22NB	22	250	300	SOT346
PZM22NB1	22	250	300	SOT346
PZM22NB2	22	250	300	SOT346
PZM22NB3	22	250	300	SOT346
PZM24NB	24	250	300	SOT346
PZM24NB1	24	250	300	SOT346
PZM24NB2	24	250	300	SOT346
PZM24NB3	24	250	300	SOT346
PZM27NB	27	250	300	SOT346
PZM3.0NB	3,0	250	300	SOT346
PZM3.0NB1	3,0	250	300	SOT346
PZM3.0NB2	3,0	250	300	SOT346
PZM3.0NB2A	3,0	200	220	SOT346
PZM3.3NB	3,3	250	300	SOT346
PZM3.3NB1	3,3	250	300	SOT346
PZM3.3NB2	3,3	250	300	SOT346
PZM3.3NB2A	3,3	200	220	SOT346
PZM3.6NB	3,6	250	300	SOT346
PZM3.6NB1	3,6	250	300	SOT346
PZM3.6NB2	3,6	250	300	SOT346
PZM3.6NB2A	3,6	200	220	SOT346
PZM3.9NB	3,9	250	300	SOT346
PZM3.9NB1	3,9	250	300	SOT346
PZM3.9NB2	3,9	250	300	SOT346
PZM3.9NB2A	3,9	200	220	SOT346
PZM30NB	30	250	300	SOT346
PZM33NB	33	250	300	SOT346
PZM36NB	36	250	300	SOT346
PZM4.3NB	4,3	250	300	SOT346
PZM4.3NB1	4,3	250	300	SOT346
PZM4.3NB2	4,3	250	300	SOT346
PZM4.3NB2A	4,3	200	220	SOT346
PZM4.3NB3	4,3	250	300	SOT346
PZM4.7NB	4,7	250	300	SOT346
PZM4.7NB1	4,7	250	300	SOT346
PZM4.7NB2	4,7	250	300	SOT346
PZM4.7NB2A	4,7	200	220	SOT346
PZM4.7NB3	4,7	250	300	SOT346
PZM5.1NB	5,1	250	300	SOT346
PZM5.1NB1	5,1	250	300	SOT346
PZM5.1NB2	5,1	250	300	SOT346

2.4 Europese zenerdioden

TYPENUMMER	ZENERSPANNING (V)	MAX. STROOM (mA)	MAX. VERMOGEN (mW)	BEHUIZING
PZM5.1NB2A	5,1	200	220	SOT346
PZM5.1NB3	5,1	250	300	SOT346
PZM5.6NB	5,6	250	300	SOT346
PZM5.6NB1	5,6	250	300	SOT346
PZM5.6NB2	5,6	250	300	SOT346
PZM5.6NB2A	5,6	200	220	SOT346
PZM5.6NB3	5,6	250	300	SOT346
PZM6.2NB	6,2	250	300	SOT346
PZM6.2NB1	6,2	250	300	SOT346
PZM6.2NB2	6,2	250	300	SOT346
PZM6.2NB2A	6,2	200	220	SOT346
PZM6.2NB3	6,2	250	300	SOT346
PZM6.8NB	6,8	250	300	SOT346
PZM6.8NB1	6,8	250	300	SOT346
PZM6.8NB2	6,8	250	300	SOT346
PZM6.8NB2A	6,8	200	220	SOT346
PZM6.8NB3	6,8	250	300	SOT346
PZM7.5NB	7,5	250	300	SOT346
PZM7.5NB1	7,5	250	300	SOT346
PZM7.5NB2	7,5	250	300	SOT346
PZM7.5NB2A	7,5	200	220	SOT346
PZM7.5NB3	7,5	250	300	SOT346
PZM8.2NB	8,2	250	300	SOT346
PZM8.2NB1	8,2	250	300	SOT346
PZM8.2NB2	8,2	250	300	SOT346
PZM8.2NB2A	8,2	200	220	SOT346
PZM8.2NB3	8,2	250	300	SOT346
PZM9.1NB	9,1	250	300	SOT346
PZM9.1NB1	9,1	250	300	SOT346
PZM9.1NB2	9,1	250	300	SOT346
PZM9.1NB2A	9,1	200	220	SOT346
PZM9.1NB3	9,1	250	300	SOT346

2.4 Europese zenerdioden

6/2.5

Amerikaanse zenerdioden

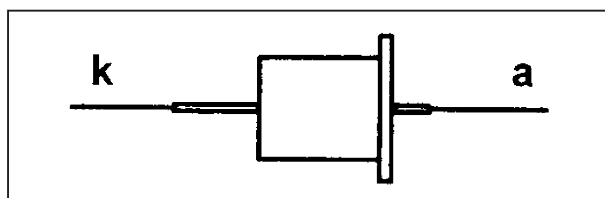
TYPENUMMER	ZENERSPANNING (V)	MAX. VERMOGEN (mW)
1N746	3,3	400
1N748	3,9	400
1N751	5,1	400
1N753	6,2	400
1N754	6,8	400
1N757	9,1	400
1N758	10	400
1N759	12	400
1N4728	3,3	400
1N4729	3,6	1.000
1N4731	4,3	1.000
1N4732	4,7	1.000
1N4733	5,1	1.000
1N4734	5,6	1.000
1N4735	6,2	1.000
1N4736	6,8	1.000
1N4737	7,5	1.000
1N4738	8,2	1.000
1N4739	9,1	1.000
1N4740	10	1.000
1N4741	11	1.000
1N4742	12	1.000
1N4743	13	1.000
1N4744	15	1.000
1N4745	16	1.000
1N4746	18	1.000
1N4747	20	1.000
1N4749	24	1.000
1N4750	27	1.000
1N4753	36	1.000
1N4762	82	1.000
1N4764	100	1.000
1N5225B	3,3	500
1N5228B	3,9	500
1N5230B	4,7	500
1N5231B	5,1	500
1N5234B	6,2	500
1N5237B	8,2	500
1N5239B	9,1	500
1N5240B	10	500

TYPENUMMER	ZENERSPANNING (V)	MAX. VERMOGEN (mW)
1N5245B	15	500
1N5333	3,3	5.000
1N5338	5,1	5.000
1N5341	6,2	5.000
1N5343	8,2	5.000
1N5346	9,1	5.000
1N5347	10	5.000
1N5349	12	5.000
1N5352	15	5.000
1N5355	18	5.000
1N5357	20	5.000
1N5359	24	5.000
1N5363	30	5.000

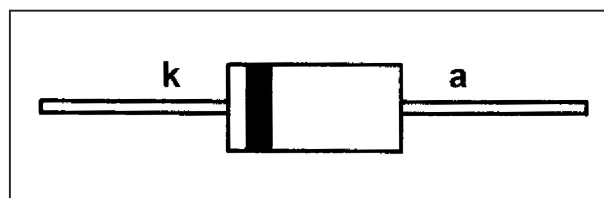
2.5 Amerikaanse zenerdioden

6/2.6

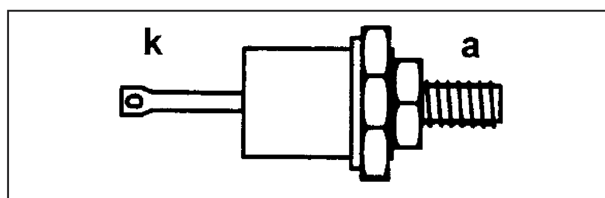
Aansluitgegevens van dioden



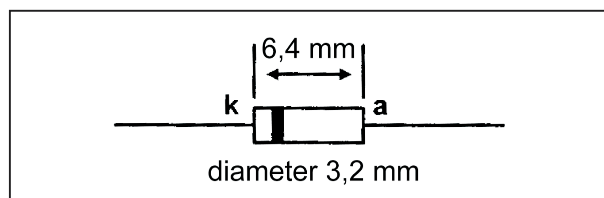
DO1



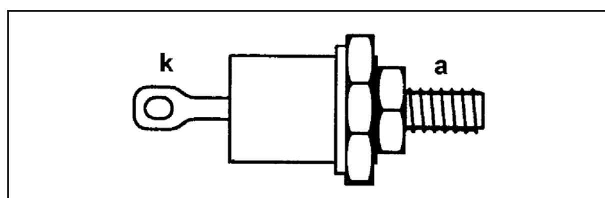
DO14



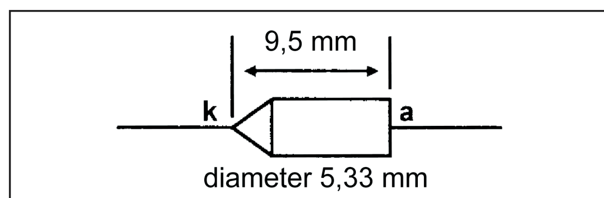
DO4



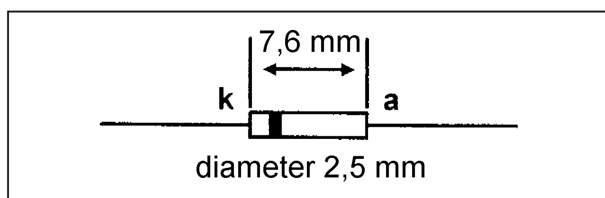
DO15



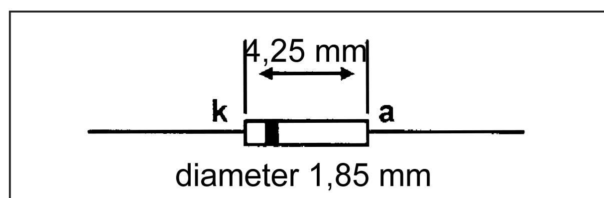
DO5



DO27

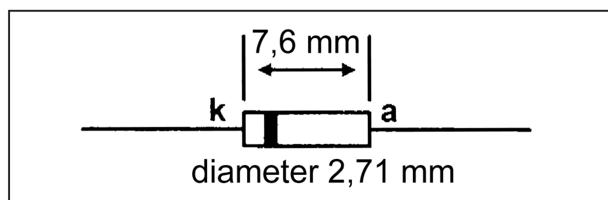


DO7

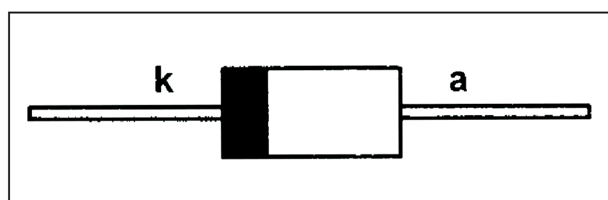


DO35

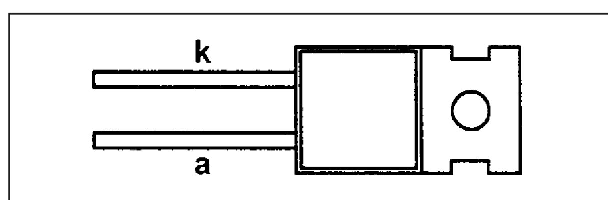
2.6 Aansluitgegevens van dioden



DO41



DO201



DO220

7/1

Inhoud
Actueel IC-handboek

Afstandsbedieningen

Audio, voorversterkers

Audio, eindversterkers

Accu schakelingen

Auto elektronica

Beveiliging

Datacommunicatie

Detectorschakelingen

Digitale schakelingen, diversen

Diversen

Domotica

Hoogfrequent schakelingen

Inbraakbeveiliging

Motorbesturing

Multimedia

Optische schakelingen, indicatoren

Optische schakelingen, opto-couplers

Optische schakelingen, zenders/ontvangers

Oscillatoren

Radio schakelingen

Schakelaars

Sensoren, fysische grootheden

Sensoren, spanning en stroom

Speelgoed

Telecommunicatie

Vermogenselektronica, drivers

Versterkers, op-amp’s en buffers

Video schakelingen

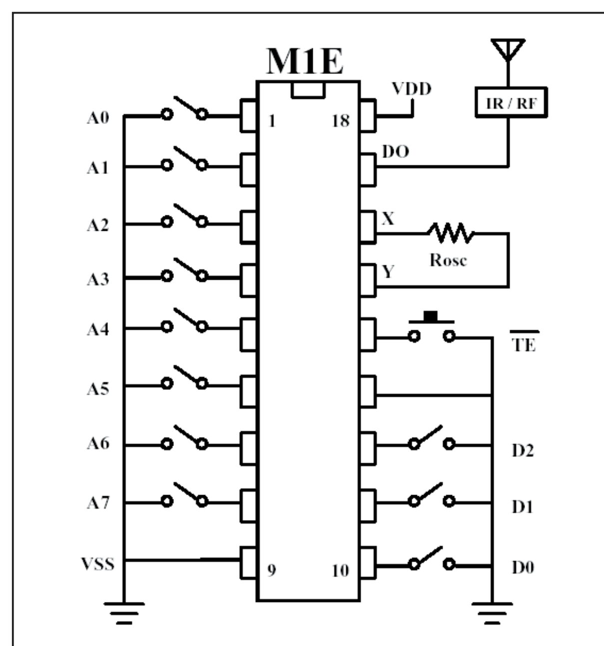
Voedingselektronica

7/99

M1E/M1D-95, zender en ontvanger voor draadloze deurbel

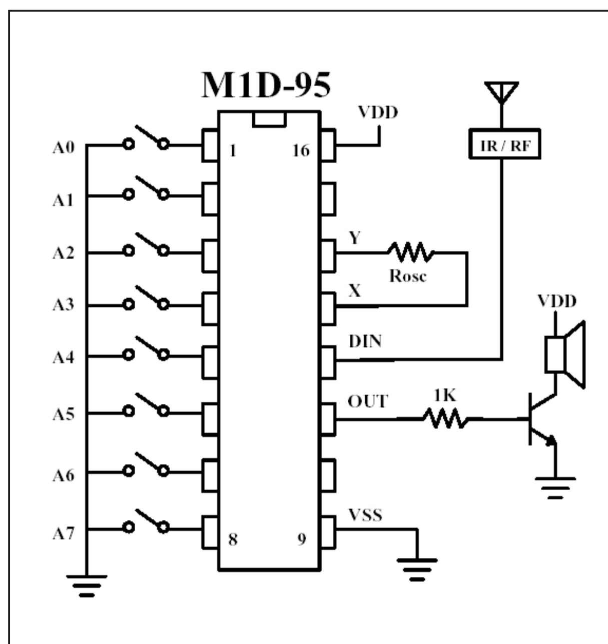
Kennismaking
Deze combinatie van twee IC's van Mosdesign Semiconductor bevat een zender en een ontvanger voor het opbouwen van een draadloze deurbel.
De M1E is de zender. Via acht adreslijnen A0 tot en met A7 kunt u een zendcode instellen, die u uiteraard ook op de ontvanger moet selecteren. Via drie pennen D0, D1 en D2 kunt u een melodie kiezen, namelijk "WestMinster", "Ding Ding" of "Ding Dong". Via de ingang $\overline{TE}$ wordt de zender geactiveerd. Pen DO voert het samengestelde digitale signaal uit dat via een door u te ontwerpen RF-zendertje op een draaggolf wordt gemoduleerd.
De ontvanger M1D-95 ontvangt via pen DIN het via een RF-ontvangertje ontvangen en gedemoduleerde signaal van de zender. De pen OUT stuurt, via een transistortrap, de luidspreker van de elektronische deurbel.

Technische gegevens
- fabrikant
  Mosdesign Semiconductor Corp.
- behuizing
  M1E: DIL18
  M1D-95: DIL16
- aansluitgegevens
  M1E: figuur 7/99-1
  M1D-95: figuur 7/99-2
- voedingsspanning
  2,4 V min., 5,0 V max.
- voedingsstroom, actief
  0,3 mA typisch, 1,0 mA max.
- voedingsstroom, stand-by
  1 µA typisch, 10 µA max.
- drive-stroom luidspreker (M1D-95)
  1 mA min.
- oscillator frequentie
  80 kHz typisch
- oscillator weerstand
  M1E: 270 kΩ
  M1D-95: 390 kΩ

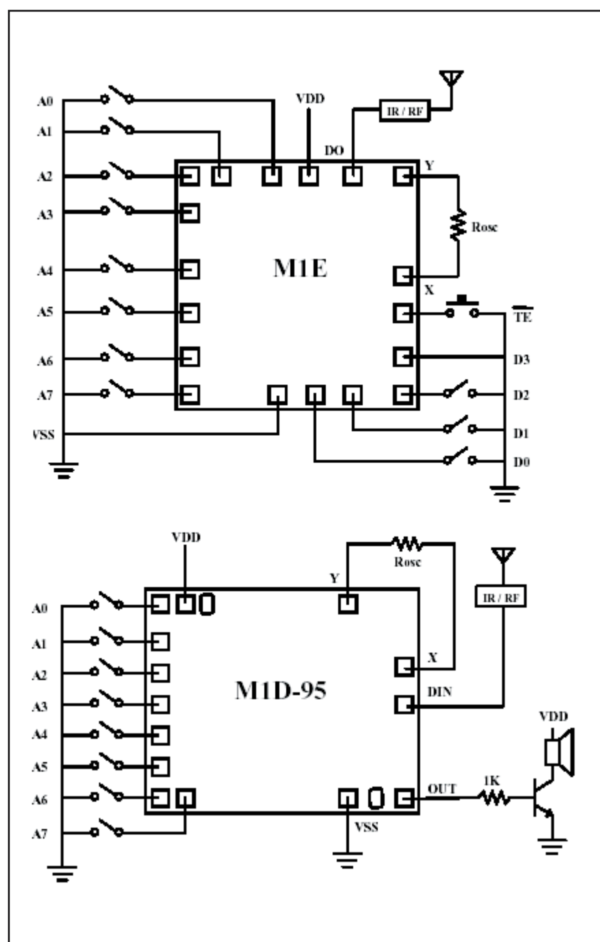


Figuur 7/99-1: Aansluitgegevens van de M1E.

M1E/M1D-95, zender en ontvanger voor draadloze deurbel



Figuur 7/99-2: Aansluitgegevens van de M1D-95.



Figuur 7/99-3: De chip-uitvoering van de M1E/M1D-95.

Opmerking

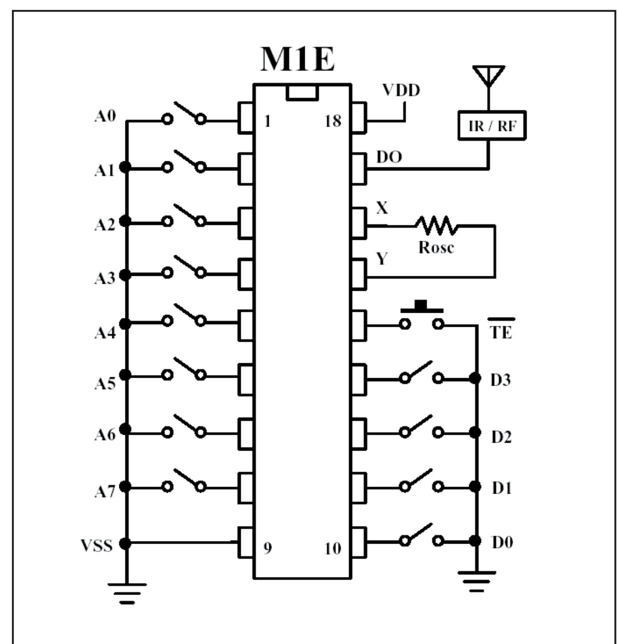
Deze chip's zult u vaak aantreffen in draadloze deurbellen die u in de doe-het-zelf zaken kunt kopen, maar dan onder de vorm van onbehuisde chip's. Voor service-werkzaamheden kan het handig zijn de aansluitcodering van deze uitvoeringen te weten. Deze zijn voorgesteld in figuur 7/99-3.

7/100

M1E/M1D, afstandsbediening met zestien kanalen

Kennismaking
Deze combinatie van twee IC's van Mosdesign Semiconductor bevat een zender en een ontvanger voor het opbouwen van een draadloze zestien commando afstandsbediening. De M1E is de zender. Via acht adreslijnen A0 tot en met A7 kunt u een zendkanaal instellen, dat u uiteraard ook op de ontvanger moet selecteren. Via de pennen D0, D1, D2 en D3 kunt u een vier bit breed commando kiezen, dat door de zender wordt uitgezonden. Via de ingang $\overline{TE}$ wordt de zender geactiveerd. Pen DO voert het digitale signaal uit dat via een RF-zendertje op een draaggolf wordt gemoduleerd. De ontvanger M1D ontvangt via pen DIN de via een RF-ontvangertje ontvangen en gedemoduleerde code van de zender. De uitgezonden code staat ter beschikking op de pennen D0 tot en met D3 van de ontvanger. De uitgang VT wordt "H" als een geldige code wordt ontvangen. Dit signaal kan worden gebruikt om de vier ontvangen bits op te slaan in een geheugen.

Technische gegevens
- fabrikant
  Mosdesign Semiconductor Corp.
- behuizing
  M1E: DIL18
  M1D: DIL18
- aansluitgegevens
  M1E: figuur 7/100-1
  M1D: figuur 7/100-2
- timingdiagrammen besturing
  figuur 7/100-3
- voedingsspanning
  2,4 V min., 13 V max.
- voedingsstroom, actief
  0,1 mA typisch, 1,0 mA max.

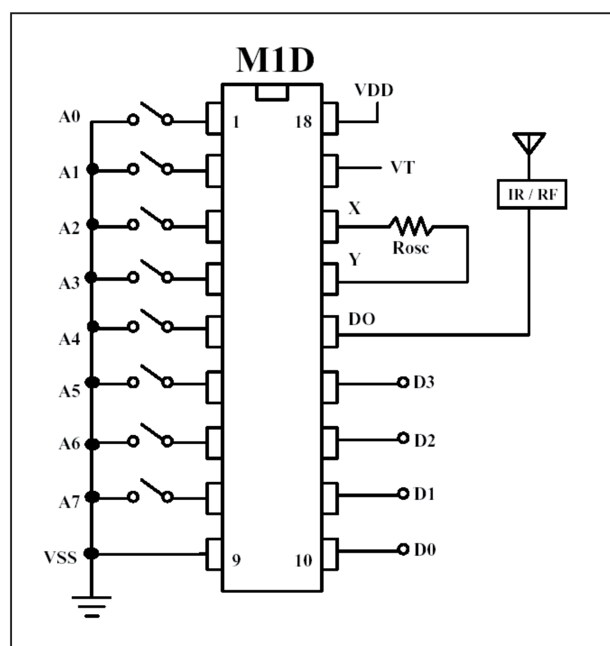


Figuur 7/100-1: Aansluitgegevens van de M1E.

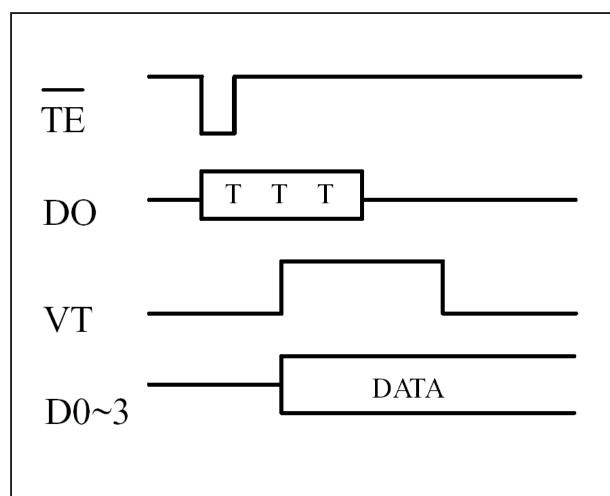
- voedingsstroom, stand-by
  1 µA typisch, 10 µA max.

M1E/M1D, afstandsbediening met zestien kanalen

- drive-stroom uitgangen (M1D)
  2 mA typisch
- oscillator frequentie
  76 kHz typisch
- oscillator weerstand
  M1E: 270 kΩ
  M1D: 270 kΩ



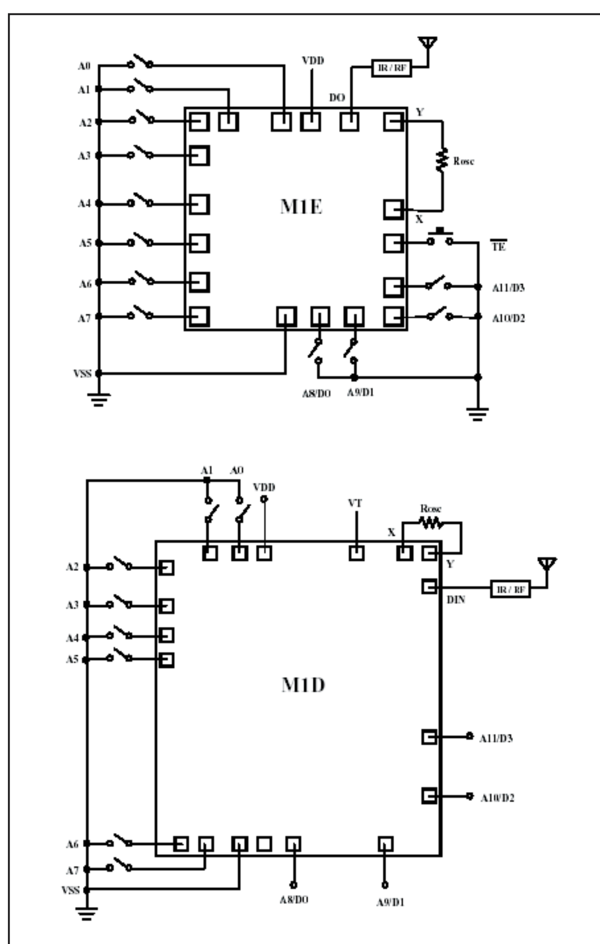
Figuur 7/100-2: Aansluitgegevens van de M1D.



Figuur 7/100-3: Timingdiagrammen van de besturing.

Opmerking

Deze chip's zult u vaak aantreffen in draadloze besturingen die u in de doe-het-zelf zaken kunt kopen, maar dan onder de vorm van onbehuisde chip's. Voor service-werkzaamheden kan het handig zijn de aansluitcodering van deze uitvoeringen te weten. Deze zijn voorgesteld in figuur 7/100-4.



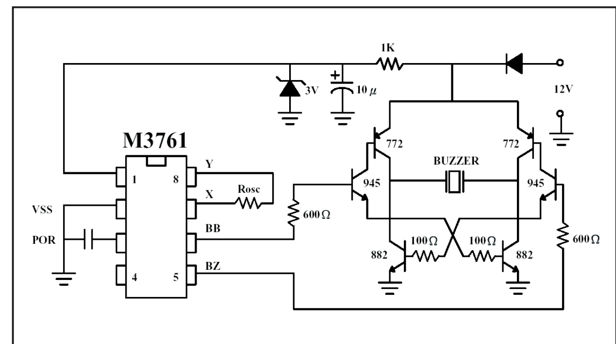
Figuur 7/100-4: De chip-uitvoering van de M1E/M1D.

7/101

M3761, driver voor elektronische sirene

Kennismaking
De M3761 van Mosdesign Semiconductor is een driver voor elektronische sirenes. De meeste piëzo-ceramische sirenes die u in de doe-het-zelf zaak kunt kopen, werken met dit IC als basis. De werking is uiterst eenvoudig. Als het IC met de voedingsspanning wordt verbonden, start een interne oscillator waarvan de frequentie door één externe weerstand wordt bepaald. Digitale schakelingen genereren uit dit signaal met een frequentie van typisch 128 kHz het signaal waarmee de piëzo-ceramische zoemer wordt aangestuurd. Hiervoor staan twee complementaire uitgangen BB en BZ ter beschikking.
De buzzer wordt opgenomen in een externe brugschakeling, zodat de maximale energie (en dus dB!) uit de beschikbare voedingsspanning wordt gehaald.

Technische gegevens
- fabrikant
  Mosdesign Semiconductor Corp.
- behuizing
  DIL-8
- aansluitgegevens
  figuur 7/101-1
- voedingsspanning
  3,0 V typisch, 3,5 V max.
- voedingsstroom
  0,1 mA typisch, 0,5 mA max.
- drive-stroom uitgangen
  6 mA min.
- oscillator frequentie
  128 kHz typisch
- oscillator weerstand
  460 kΩ typisch



Figuur 7/101-1: Aansluitgegevens en voorbeeldschakeling van de M3761.

Voorbeeldschakeling
In figuur 7/101-1 is het standaard schema rond dit IC voorgesteld. De 12 V voedingsspanning wordt door een zenerdiode gereduceerd tot 3 V, de voedingsspanning voor het IC. De condensator tussen POR en de massa heeft een waarde van 10 nF. “POR” staat voor “Power On Reset” en zorgt voor het initialiseren van het IC bij het inschakelen. De buzzer wordt aangestuurd door twee “super-darlingtons” die het maximale vermogen uit de voedingsspanning halen.

Opmerking

De M3761 is ook leverbaar in DIL-16 en DIL-18 behuizingen. De aansluitschema's van deze behuizingen zijn voorgesteld in figuur 7/101-2.

Figuur 7/101-2: De aansluitgegevens van de DIL-16 en DIL-18 uitvoeringen.

7/102

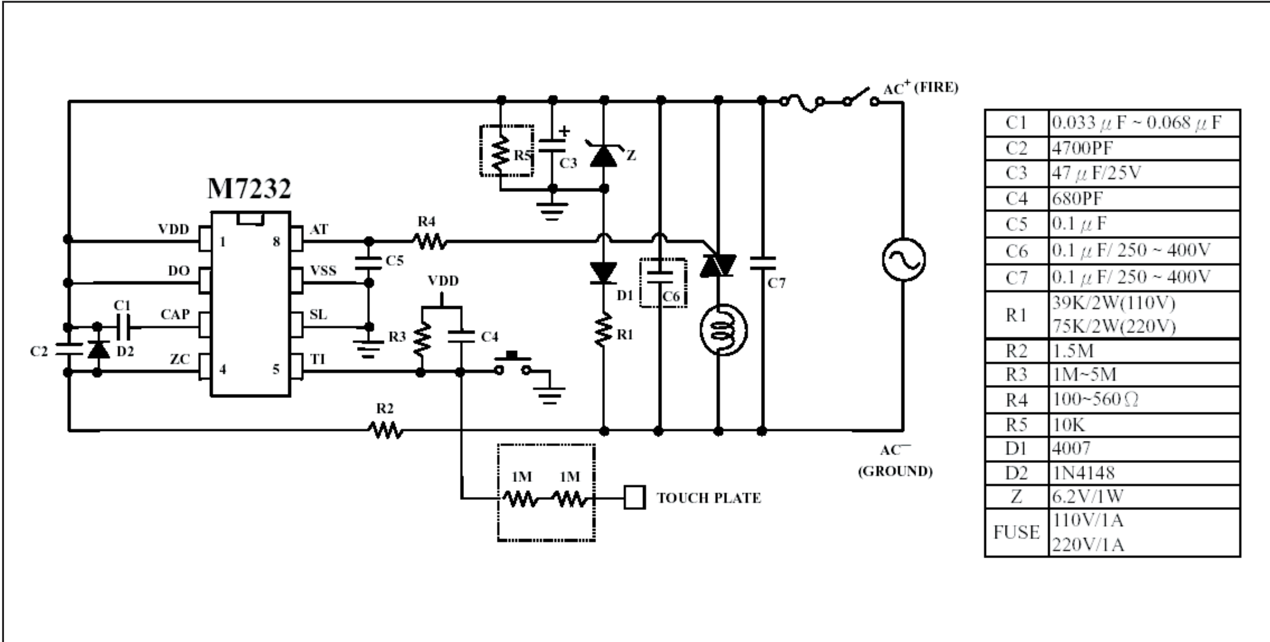
M7232, dimmerschakeling met tiptoets besturing

Kennismaking
De M7232 van Mosdesign Semiconductor bevat de volledige elektronica voor het besturen van een dimmer door middel van een tiptoets. Als alternatief kunt u ook een gewone drukknopschakelaar toepassen die schakelt naar de massa. De schakeling werkt volgens het principe van de fase-aansnij besturing en stuurt de triac in geleiding met een instelbare openingshoek van 41° tot 159°.
De schakeling genereert ontsteekpulsen met een breedte van 33 µs, die rechtstreeks in de gate van de triac worden geïnjecteerd. De schakeling heeft een ingebouwd geheugen dat de laatst ingestelde openingshoek onthoudt. De schakeling reageert op de bedieningsduur van de tiptoets of de drukknop. Drukt men korter dan 332 ms op de toets, dan werkt de schakeling als AAN/UIT-besturing. Drukt men langer op de knop, dan doorloopt de schakeling een volledige dimcyclus van 41° tot 159° en vice versa. Vanuit een ingestelde dimmerstand kan men, door weer een korte druk, naar de UIT-positie doorschakelen.

Technische gegevens
- fabrikant
  Mosdesign Semiconductor Corp.
- behuizing
  DIL-8
- aansluitgegevens
  figuur 7/102-1
- timingdiagrammen besturing
  figuur 7/102-2
- voedingsspanning
  4,5 V min., 8 V max.
- voedingsstroom
  0,1 mA typisch, 0,3 mA max.
- triac ontsteekstroom
  10 mA typisch

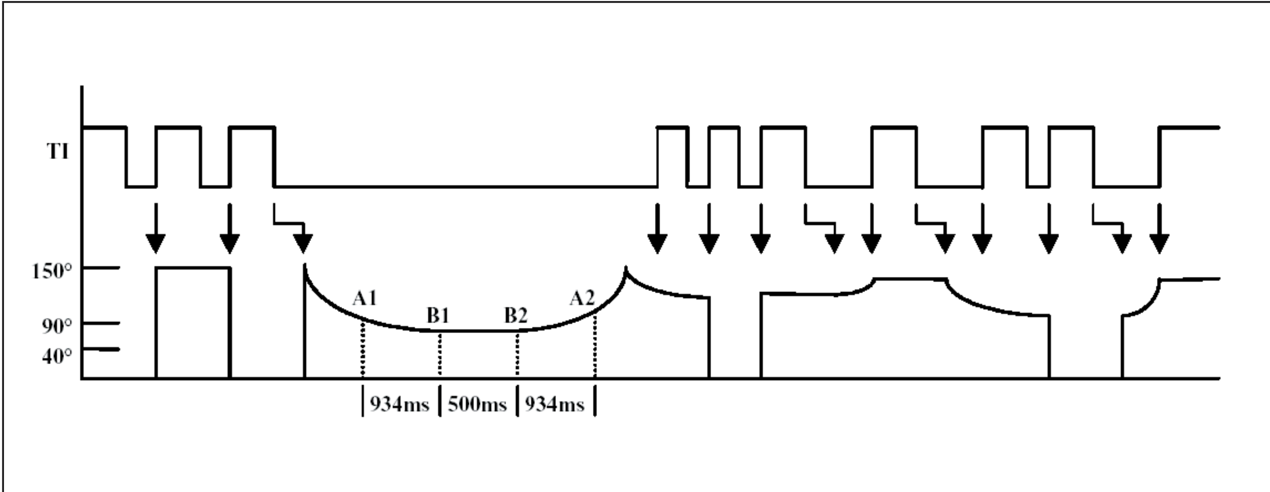
Voorbeeldschakeling
In figuur 7/102-1 is de door de fabrikant voorgeschreven externe schakeling rond de M7232 weergegeven. Het IC wordt rechtstreeks uit de netspanning gevoed. Door middel van de zenerdiode Z (6,2 V - 1 W) word de voedingsspanning voor het IC gegenereerd. De waarde van de weerstand R3 stelt de gevoeligheid van de tiptoets in.
Hoe groter de aanraakplaat is (u kunt bijvoorbeeld een stukje ongeëtste printplaat gebruiken), hoe lager deze weerstand moet zijn. De twee weerstanden van 1 MΩ beschermen u tegen schokken en zijn dus absoluut noodzakelijk.

M7232, dimmerschakeling met tiptoets besturing



C1	0.033 μF ~ 0.068 μF
C2	4700PF
C3	47 μF/25V
C4	680PF
C5	0.1 μF
C6	0.1 μF/ 250 ~ 400V
C7	0.1 μF/ 250 ~ 400V
R1	39K/2W(110V) 75K/2W(220V)
R2	1.5M
R3	1M~5M
R4	100~560Ω
R5	10K
D1	4007
D2	1N4148
Z	6.2V/1W
FUSE	110V/1A 220V/1A

Figuur 7/102-1: Aansluitgegevens en voorbeeldschakeling van de M7232.



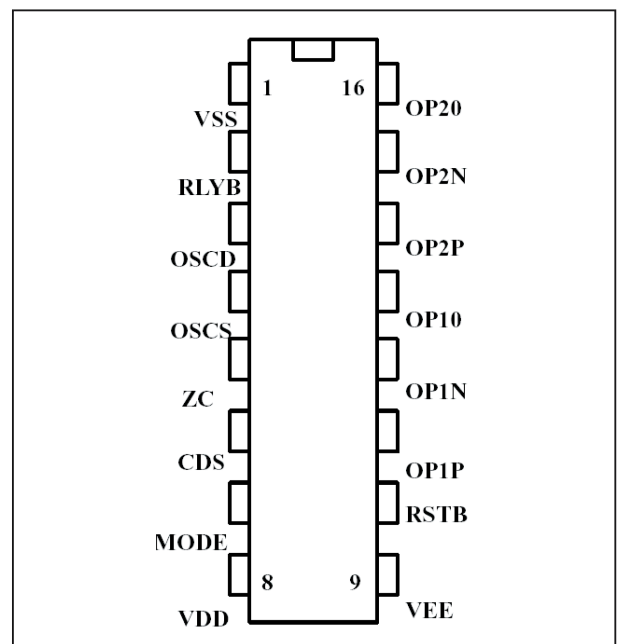
Figuur 7/102-2: Timingdiagram van de M7232.

7/103

M7610B, automatische lampbesturing met PIR-detector

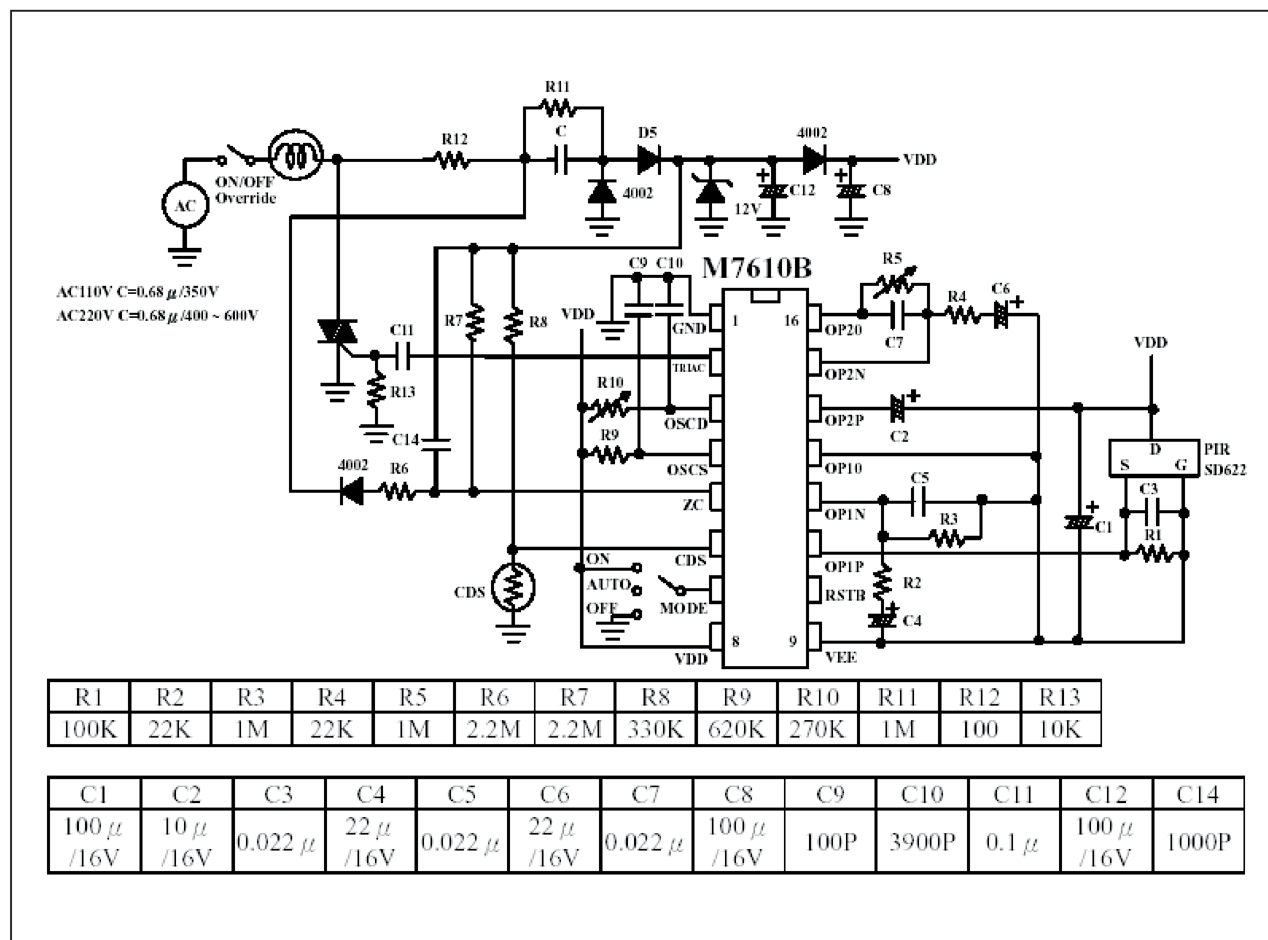
Kennismaking
Met de M7610B van Mosdesign Semiconductor kunt u een lamp automatisch laten aangaan als iemand een ruimte betreedt. Als detector wordt gebruik gemaakt van de bekende infrarood gevoelige PIR-detectoren, die tegenwoordig in ieder alarm worden toegepast. Door middel van een LDR wordt de intensiteit van het omgevingslicht gemeten, zodat het systeem alleen in werking treedt als het schemerig begint te worden. Via de MODE-pen kan men de functie van de schakeling instellen op:
– UIT: pen aan de massa;
– AAN: pen aan de voedingsspanning;
– AUTO: pen open.
In de laatste modus reageert de schakeling op de informatie die de PIR-sensor en de LDR levert.
De M7610B wordt rechtstreeks uit de netspanning gevoed en heeft een uitgang waarmee een triac wordt aangestuurd. De schakeling werkt dus volledig elektronisch zonder gebruik te maken van een relais. Om inschakelverschijnselen van voornamelijk de PIR-sensor te voorkomen, heeft het IC een ingebouwde opwarmingsvertraging van 10 seconden. Nadat de voedingsspanning is aangesloten duurt het dus 10 s alvorens de schakeling reageert op de spanningen van de twee sensoren.

Technische gegevens
– fabrikant
  Mosdesign Semiconductor Corp.
– behuizing
  DIL-16
– aansluitgegevens
  figuur 7/103-1
– voedingsspanning
  5 V min., 12 V max.
– voedingsstroom in rust
  0,1 mA typisch, 0,35 mA max.
– triac ontsteekstroom
  80 mA typisch



Figuur 7/103-1: Aansluitgegevens van de M7610B.

M7610B, automatische lampbesturing met een PIR-detector



R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13
100K	22K	1M	22K	1M	2.2M	2.2M	330K	620K	270K	1M	100	10K

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C14
100 µ /16V	10 µ /16V	0.022 µ	22 µ /16V	0.022 µ	22 µ /16V	0.022 µ	100 µ /16V	100P	3900P	0.1 µ	100 µ /16V	1000P

Figuur 7/103-2: Voorbeeldschakeling rond de M7610B.

– oscillatorfrequentie
  16 kHz typisch

Voorbeeldschakeling

In figuur 7/103-2 is de door de fabrikant voorgeschreven externe schakeling rond de M7610B weergegeven. Het IC wordt rechtstreeks uit de netspanning gevoed. Door middel van de zenerdiode van 12 V wordt de voedingsspanning voor het IC gegenereerd.

Als PIR-detector wordt een type SD622 toegepast, maar de schakeling zal met vrijwel alle PIR's werken. De weerstandswaarde van de LDR (CDS) wordt niet gespecificeerd, dus daarmee zult u moeten experimenteren. Hetzelfde geldt voor de functie van de twee instelpotentiometers R5 en R10. In plaats van de dioden 4002 kunt u natuurlijk de bekende 1N4007 toepassen.

7/104

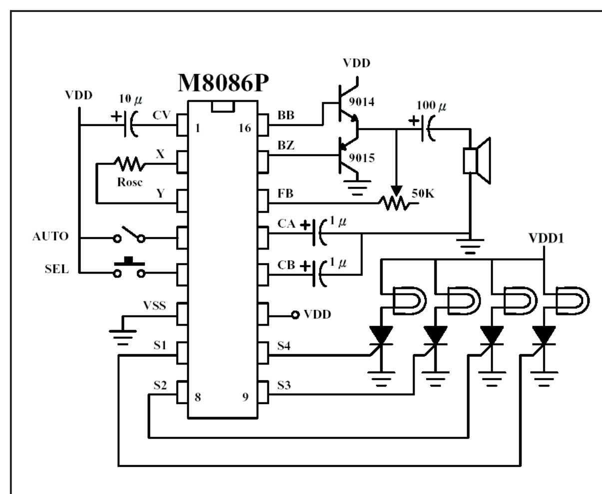
M8086P, besturing voor kerstboom verlichting mét audio

Kennismaking

De M7610B van Mosdesign Semiconductor is een bijzonder IC. U kunt er vier 230 V kerstboom lichtslangen op aansluiten en een luidsprekertje. De vier lichtslangen worden volgens bepaalde in het IC geprogrammeerde patronen aangestuurd. De luidspreker speelt 21 melodietjes af, die iets met kerstmis te maken hebben. Om u een indruk te geven: het repertoire bevat “Jingle Bells”, “We wish you a merry Xmas”, “Frosty the snowman”, etc. Die deuntjes kunt u automatisch laten afspelen, maar door middel van een drukknop kunt u ook een melodietje selecteren. Het systeem werkt met wat de fabrikant “dual tones” noemt. Aan te nemen valt dat het geluidsproducerende deel van het IC dus niet monofoon, maar polyfoon werkt en wel met twee stemmen. Het IC kan rechtstreeks uit het 230 V net worden gevoed, maar of dit verstandig is valt te betwijfelen. Als u met dit IC wilt experimenteren raden wij u met klem het gebruik van een netvoeding aan.

Technische gegevens

- fabrikant
  Mosdesign Semiconductor Corp.
- behuizing
  DIL-16
- aansluitgegevens
  figuur 7/104-1
- song list
  figuur 7/104-2
- voedingsspanning
  4 V min., 5 V max.
- voedingsstroom
  2 mA max.
- triac ontsteekstroom
  0,2 mA typisch
- luidspreker stuurstroom
  0,2 mA typisch



Figuur 7/104-1: Aansluitgegevens en voorbeeldschakeling van de M8086P.

- oscillator frequentie
  100 kHz typisch
- oscillator weerstand
  220 lΩ typisch

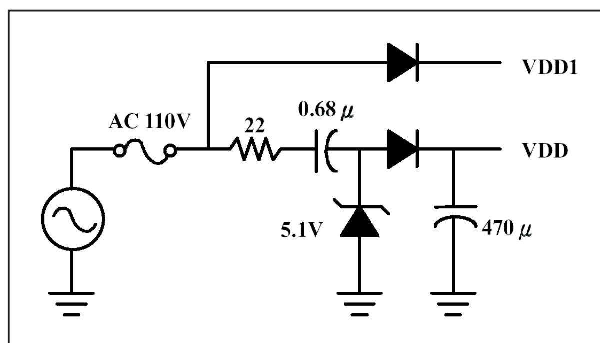
M8086P, besturing voor kerstboom verlichting mét audio

1. JINGLE BELLS
2. SILENT NIGHT
3. WE WISH YOU A MERRY XMAS
4. SANTA CLAUS IS COMING TO TOWN
5. HARK! THE HERALD ANGELS SING
6. ANGELS WE HAVE HERAD ON HIGH
7. JOY TO THE WORLD
8. O XMAS TREE
9. THE FIRST NOEL
10. DECK THE HALLS
11. RUDOLPH, THE RED-NOSED REINDEER
12. O COME, ALL YA FAITHFUL
13. FROSTY THE SNOW MAN
14. WHITE XMAS
15. THE LITTLE DRUMMER BOY
16. THE TWELVE DAYS OF XMAS
17. O LITTLE TOWN OF BETHLEHEM
18. HERE COME SANTA CLAUS
19. God rest you merry, gentlemen hark
20. SILVER BELL
21. WINTER WONDERLAND

Figuur 7/104-2: De in het IC geprogrammeerde melodietjes.

Voorbeeldschakeling

In figuur 7/104-1 is de door de fabrikant voorgeschreven externe schakeling rond de M8086P weergegeven. Het IC wordt rechtstreeks uit de netspanning gevoed. Het schema van deze voeding is getekend in figuur 7/104-3. Let echter op! Dit door de fabrikant aangeboden schema gaat uit van de Amerikaanse netspanning van 110 V. Vandaar dat wij u afraden dit schema toe te passen. Gebruik een eenvoudig voedinkje van 5 V en voedt de thyristoren rechtstreeks uit het 230 V net. Door middel van de schakelaar AUTO kunt u het IC zijn kunstjes volledig automatisch laten vertonen. Met de drukknop SEL kunt u de melodietjes selecteren.

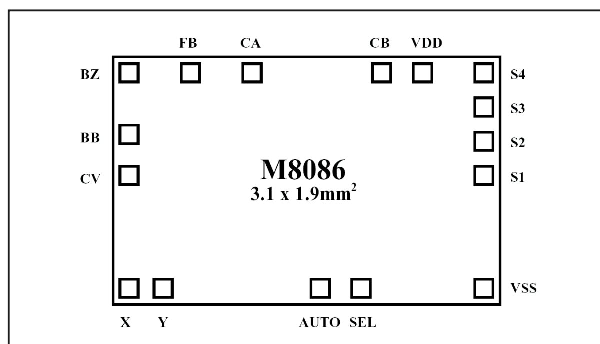


Figuur 7/104-3: De voorgestelde netvoeding is ontworpen voor 110 V netspanning en moet dus experimenteel aan onze 230 V worden aangepast.

Als u 230 V verlichting in de kerstboom niet zo'n goed idee vindt, kunt u natuurlijk ook laagspanningslampjes gebruiken, die u via de thyristoren voedt uit de 12 V wikkeling van een trafo.

Opmerking

Dit IC zult u vaak aantreffen in goedkope kerstverlichting die u in de doe-het-zelf zaken kunt komen, maar dan onder de vorm van een onbehuisde chip. Voor service-werkzaamheden en knutselplezier kan het handig zijn de aansluitcodering van deze uitvoering te weten. Deze is voorgesteld in figuur 7/104-4.



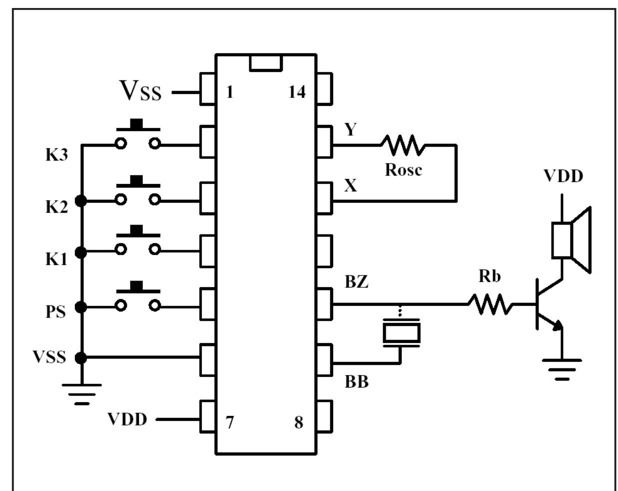
Figuur 7/104-4: De chip-uitvoering van de M8086.

7/105

M995C-x, melodie generator voor speelgoed

Kennismaking
Met de M995C-x van Mosdesign Semiconductor kunt u ouderwets peuterspeelgoed "up-daten" door er een muziekje in te stoppen. De M995C is in feite een IC-familie die uit 13 leden bestaat. In ieder IC zijn drie populaire melodietjes geprogrammeerd. De uitvoer naar een piëzo-ceramische resonator of naar een klein luidsprekertje is tweestemmig en bevat in totaal 256 noten. Door middel van drie drukknoppen K1 tot en met K3 kunt u een van de drie melodietjes ten gehore brengen. Met de drukknop PS kunt u de drie melodietjes achter elkaar laten afspelen.
Met de drukknop OCT op pen 8 kunt u de toonhoogte van de muziek één octaaf verhogen. Het IC kan rechtstreeks een piëzo-ceramische resonator sturen. Als u een luidsprekertje toepast moet een extra transistor worden ingeschakeld. De voedingsspanning van het IC bedraagt 3 V, zodat batterijvoeding geen enkel probleem is.

Technische gegevens
- fabrikant
  Mosdesign Semiconductor Corp.
- behuizing
  DIL-14
- aansluitgegevens
  figuur 7/105-1
- song list
  figuur 7/105-2
- timingdiagram
  figuur 7/105-3
- voedingsspanning
  3 V typisch, 3,5 V max.
- voedingsstroom in bedrijf
  10 mA max.
- voedingsstroom in rust
  1 µA typisch, 5 µA max.
- luidspreker stuurstroom
  1 mA min.
- oscillator frequentie
  100 kHz typisch
- oscillator weerstand
  300 kΩ typisch



Figuur 7/105-1: Aansluitgegevens en voorbeeldschakeling van de M995C.

M995C-x, melodie generator voor speelgoed

M995C-1
1. LA REINE DEO SABA
2. FOR ALICE
3. MUSIC BOX DANCER

M995C-2
1. JAPANESE LULLABY
2. BRAHMS LULLABY
3. ROCK-A-BY BABY

M995C-3
1. DING DONG 2 TIMES
2. ALARM
3. FOR ALICE

M995C-4
1. JINGLE BELLS
2. WE WISH YOU A MERRY XMAS
3. SANTA CLAUS IS COMING TO TOWN

M995C-5
1. LONDON BRIDGE IS FALLING DOWN
2. MARY HAD A LITTLE LAMB
3. DOWN THE MOUNTAIN SIDE WE GO

M995C-6
1. LOVE ME TENDER
2. IF YOU LOVE ME
3. I CAN'T STOP LOVING YOU

M995C-8
1. A TIME FOR US
2. LOVE IS BLUE
3. ARE YOU LONESOME TONIGHT?

M995C-C1
1. MARY HAD LITTLE LAMB
2. TWINKLE TWINKLE LITTLE STAR
3. BRAHMS LULLABY

M995C-DB
1. WEST MINISTER
2. DING
3. DING DONG

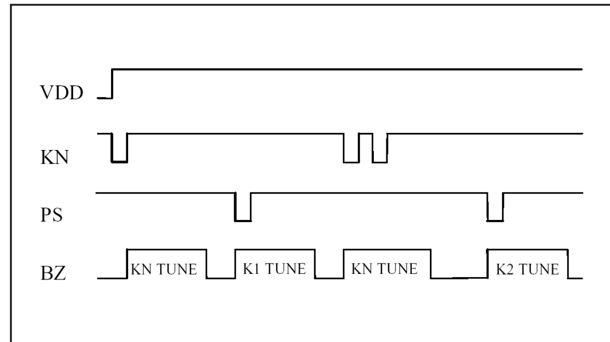
M995C-DB2
1. DING DONG
2. DING DING
3. WEST MINISTER

M995C-C13
1. WEST MINISTER
2. DING DONG 2 TIMES
3. DING DANG DONG

M995C-C14
1. DING DONG 2 TIMES
2. WEST MINISTER
3. FOR ALICE (14 SEC)

M995C-C15
1. DING DONG 2 TIMES
2. WEST MINISTER
3. FOR ALICE (6 SEC)

Figuur 7/105-2: De in de IC's geprogrammeerde melodietjes.



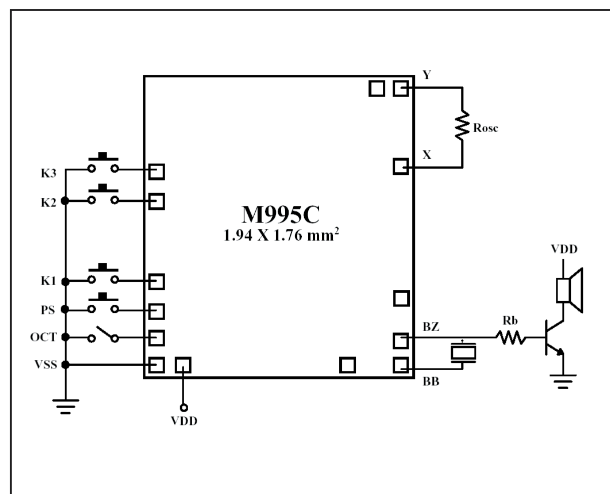
Figuur 7/105-3: De timing van de besturing.

Voorbeeldschakeling

In figuur 7/105-1 is de door de fabrikant voorgeschreven externe schakeling rond de M995C weergegeven. Een piëzo-ceramische zoemer kan rechtstreeks op de pennen BZ en BB worden aangesloten. Een luidspreker gaat via een stuurtransistor naar de pen BZ.

Opmerking

Dit IC zult u vaak aantreffen in goedkoop speelgoed, maar dan onder de vorm van een onbehuisde chip. Voor service-werkzaamheden en knutselplezier kan het handig zijn de aansluitcodering van deze uitvoering te weten. Deze is voorgesteld in figuur 7/105-4.



Figuur 7/105-4: De chip-uitvoering van de M995C.

7/106

MT-5/MR-5A, zender en ontvanger voor modelauto's en -boten

Kennismaking

Met deze set van twee IC's van Mosdesign Semiconductor kunt u modelauto's en -boten besturen. Op de zender MT-5 kunt u maximaal acht drukknoppen aansluiten (eventueel via stuurknuppels) die de onderstaande functies besturen:

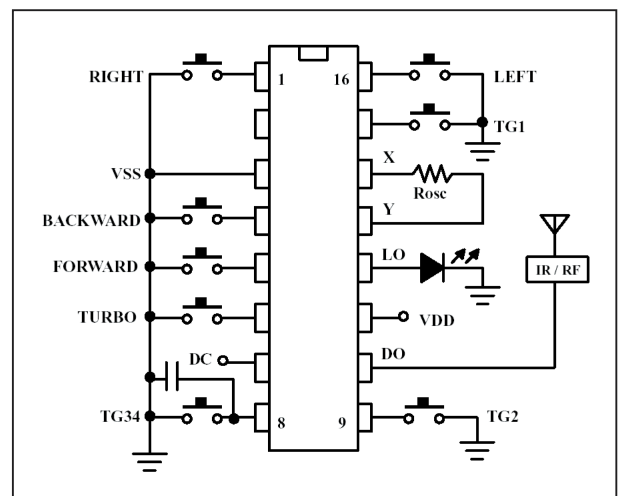
- vooruit;
- achteruit;
- turbo;
- rechts;
- links;
- TG1;
- TG2
- TG34.

De zender is voorzien van een LED-uitgang, die "H" wordt gestuurd als een van de drukknoppen wordt bediend.

De ontvanger MR-5A bestuurt twee servo-motoren die respectievelijk de mechanica voor vooruit/achteruit en links/rechts aandrijven.

Technische gegevens

- fabrikant
  Mosdesign Semiconductor Corp.
- behuizing
  MT-5: DIL-16
  MR-5A: DIL-22
- aansluitgegevens
  MT-5: figuur 7/106-1
  MR-5A: figuur 7/106-2
- besturingssequentie
  figuur 7/106-3
- voedingsspanning
  MT-5: 2,5 V min., 12 V max.
  MR-5A: 2,5 V min., 5 V max.
- voedingsstroom
  3 mA max. voor beide IC's



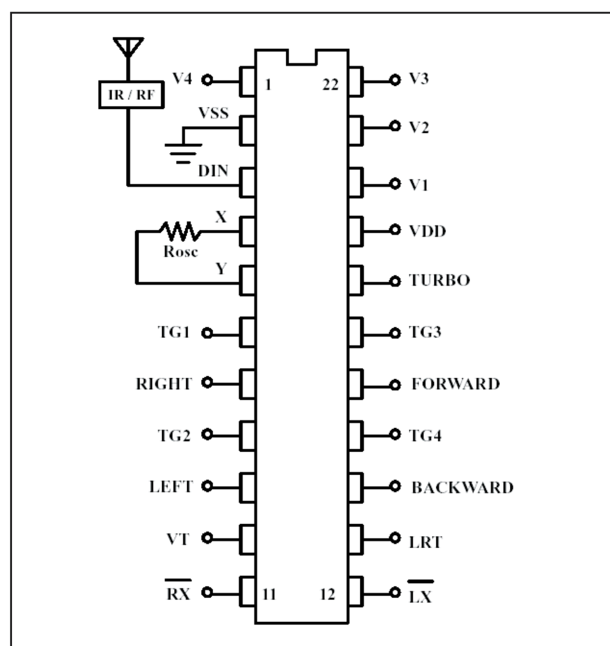
Figuur 7/106-1: Aansluitgegevens en voorbeeldschakeling van de MT-5.

- voedingsstroom in rust
  MT-5: 10 µA max.
- oscillator frequentie
  128 kHz typisch
- oscillator weerstand
  MT-5: 180 kΩ typisch
  MR-5A: 150 kΩ typisch

MT-5/MR-5A, zender en ontvanger voor modelauto's en -boten

Input condition	O/P condition		
	Forward	Backward	Turbo
Forward	=High	Low	Low
Backward	Low	=High	Low
Forward+Turbo	=High	Low	=High
Backward+Turbo	Low	=High	=High

Figuur 7/106-3: De besturingssequentie van het systeem.



Figuur 7/106-2: Aansluitgegevens van de MR-5A.

Voorbeeldschakeling zender

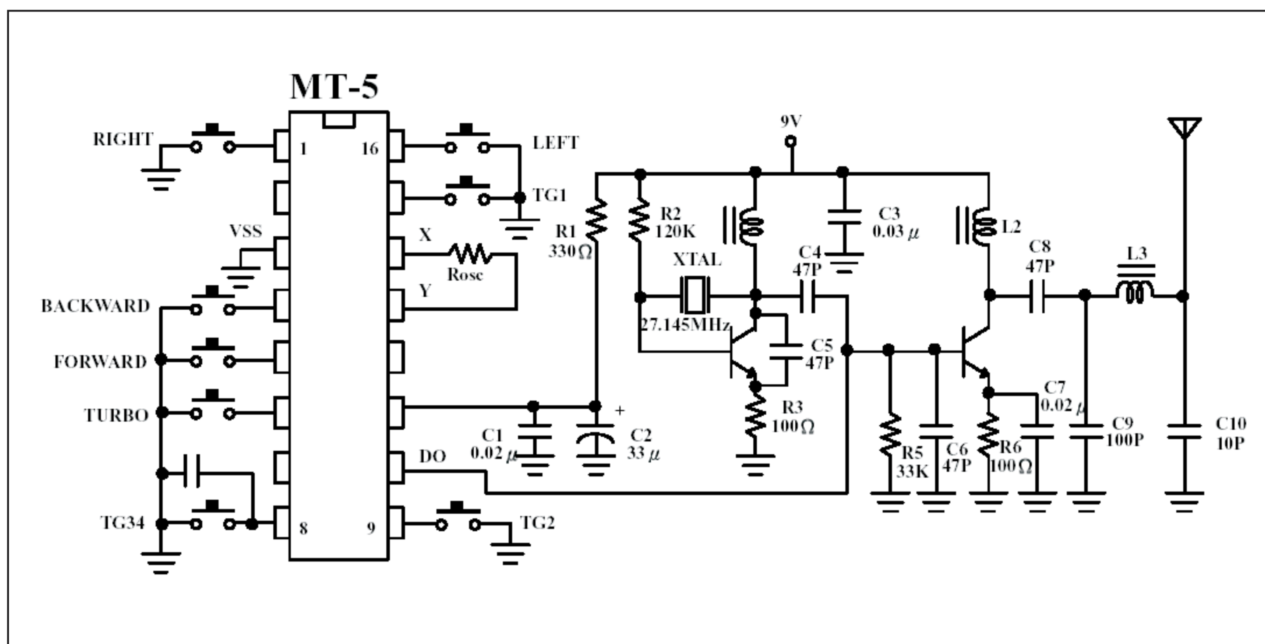
In figuur 7/106-4 is de door de fabrikant voorgeschreven externe schakeling rond de MT-5 weergegeven.

Het digitale uitgangssignaal staat op pen DO ter beschikking en moduleert een HF-zendertje die werkt met een kristal van 27,145 MHz.
Via een standaard HF-transistor wordt het signaal aan de staafantenne aangeboden.

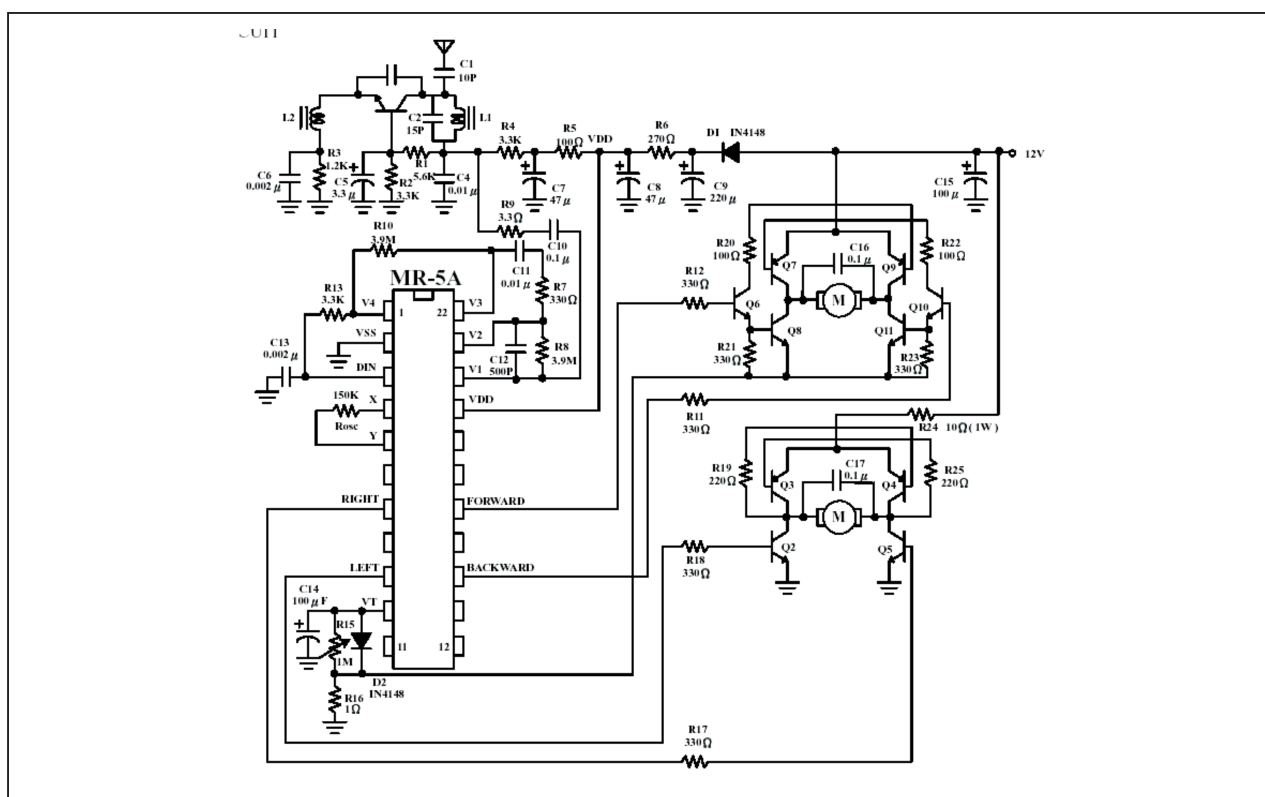
Voorbeeldschakeling ontvanger

In figuur 7/106-5 is een volledige ontvanger rond de MR-5A voorgesteld. Het ontvangen HF-signaal gaat naar de pennen 1, 2, 3, 20, 21 en 22 en wordt gedemoduleerd en op geldigheid beoordeeld. De servo-motoren zijn in een brug opgenomen, zodat het maximale vermogen uit de beschikbare batterijspanning wordt gehaald.

MT-5/MR-5A, zender en ontvanger voor modelauto's en -boten



Figuur 7/106-4: Het volledig schema van een zender met de MT-5.



Figuur 7/106-5: Het volledig schema van een ontvanger met de MR-5A.

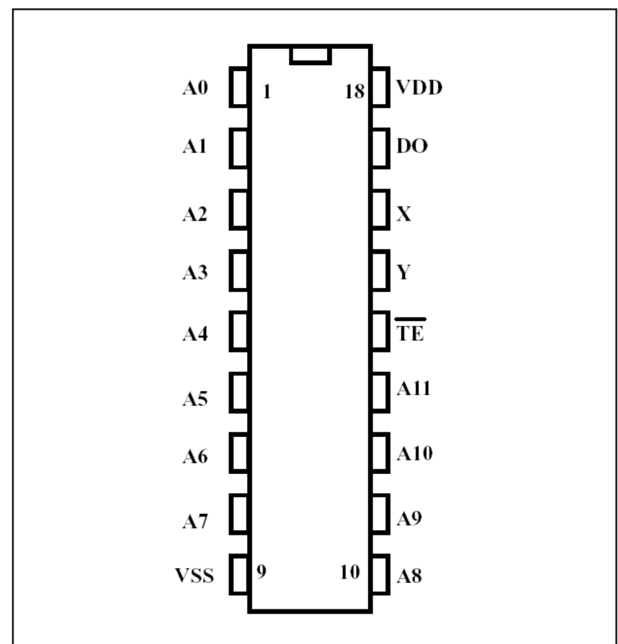
MT-5/MR-5A, zender en ontvanger voor modelauto's en -boten

7/107

M1E/M1F, afstandsbediening met 4.096 commando's

Kennismaking
Met deze combinatie van twee IC's van Mosdesign Semiconductor kunt u een zeer indrukwekkende afstandsbediening op poten zetten. Met één zender M1E kunt u 4.096 AAN/UIT-commando's verzenden. Dat kan zowel via infrarood als via hoogfrequent. Met één ontvanger M1F kunt u één van die 4.096 commando's detecteren en een belasting aansturen. De uitgang van de ontvanger gaat "H" als de code wordt ontvangen die overeen komt met de op de ontvanger ingestelde code. Er is dus geen latch ingebouwd, zodat u zélf een of andere geheugenschakeling moet verzinnen.

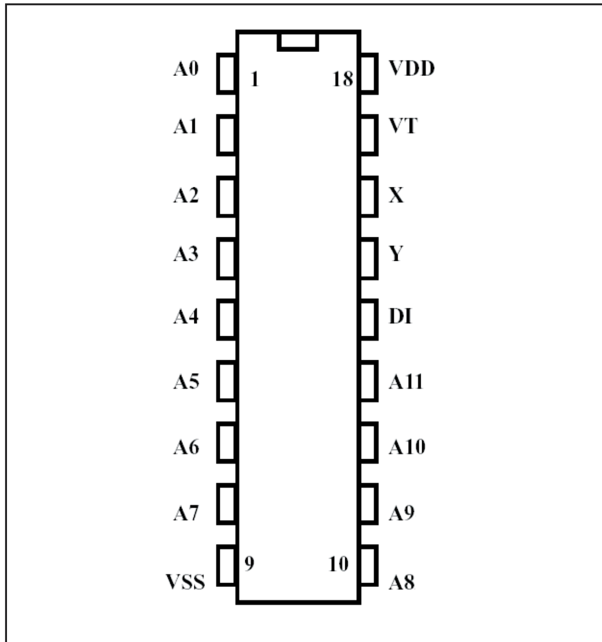
Technische gegevens
– fabrikant
  Mosdesign Semiconductor Corp.
– behuizing
  M1E: DIL18
  M1F: DIL18
– aansluitgegevens
  M1E: figuur 7/107-1
  M1F: figuur 7/107-2
– voedingsspanning
  2,4 V min., 12 V max.
– voedingsstroom, actief
  0,1 mA typisch, 1,0 mA max.
– voedingsstroom, stand-by
  M1E: 0,1 mA typisch, 0,5 mA max.
  M1F: 0,1 µA typisch, 0,5 µA max.
– uitgangsstroom
  M1E: 2 mA typisch
  M1F: 2 mA typisch
– oscillator frequentie
  78 kHz typisch
– oscillator weerstand
  M1E: 220 kΩ
  M1F: 220 kΩ



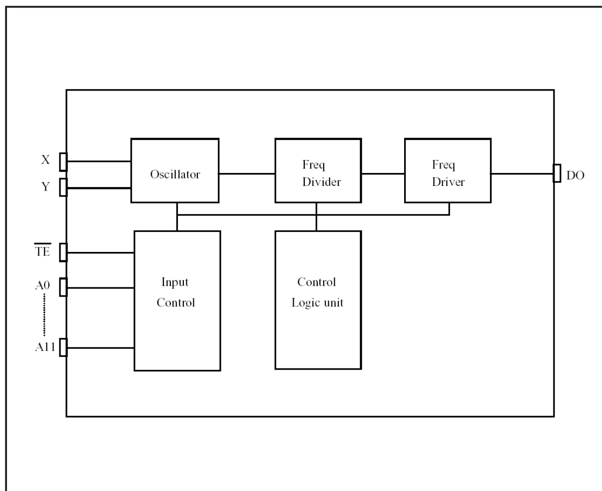
Figuur 7/107-1: Aansluitgegevens van de M1E.

De werking van de M1E
De zender M1E zet de data op de A-ingangen om naar een serieel woord.

Dit woord wordt vier keer achter elkaar uitgezonden als de ingang $\overline{TE}$ "L" wordt.

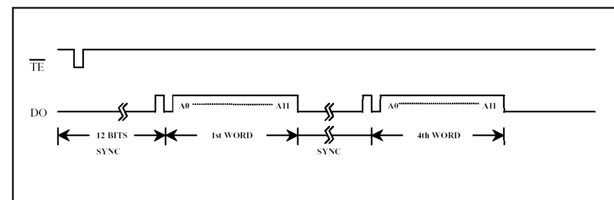


Figuur 7/107-2: Aansluitgegevens van de M1F.



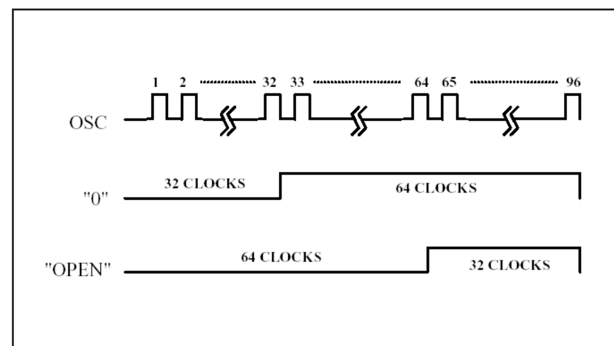
Figuur 7/107-3: Het blokschema van de zender M1E.

De adres-ingangen A zijn "two-state": is een pen open, dan is de binaire waarde van de ingang "H", wordt de ingang naar de massa getrokken, dan is de binaire waarde "L". Het blokschema van de M1E is getekend in figuur 7/107-3, het timingdiagram in figuur 7/107-4. Hieruit blijkt dat voor het adres-woord steeds een synchronisatie-woord van 12 bit wordt uitgezonden. Dit woord wordt gebruikt om de clock van de ontvanger te synchroniseren met de klok van de zender.



Figuur 7/107-4: Timingdiagram van de M1E.

De samenstelling van de zendcode op bit-niveau is voorgesteld in figuur 7/107-5. Een "L" bestaat dus uit 32 clockpulsen "L", gevolg door 64 clockpulsen "H". Een "OPEN" (de pen Ax is open) bestaat uit 64 clockpulsen "L" en 32 clockpulsen "H".

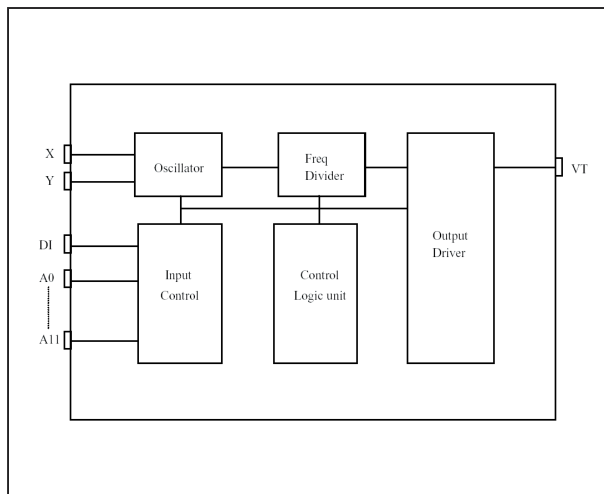


Figuur 7/107-5: De samenstelling van de uitgezonden code op bit-niveau.

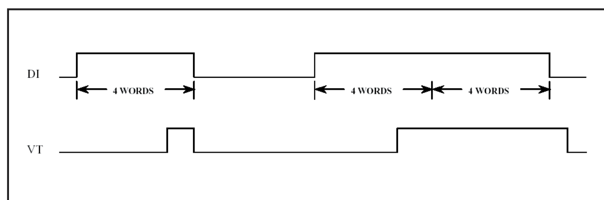
De werking van de M1F

Het intern blokschema van de zender M1F is voorgesteld in figuur 7/107-6, het timingdiagram in figuur 7/107-7. Met de A-pennen wordt de code ingesteld waarop de ontvanger moet reageren. Zendt de zender M1E deze code uit, dan zal de

uitgang VT van de ontvanger “H” worden. Uit figuur 7/107-7 blijkt duidelijk dat de uitgang VT “H” wordt na het derde woord dat wordt ontvangen en weer naar “L” gaat nadat de ontvangen code is uitgestorven. De M1F controleert inderdaad de geldigheid van de eerste drie woorden en besluit dan dat de ontvangen code betrouwbaar is. Als op de zender langer op de $\overline{TE}$-knop wordt gedrukt en er dus meer woorden worden verzonden en ontvangen, dan blijft VT “H” zolang een geldige code wordt ontvangen.



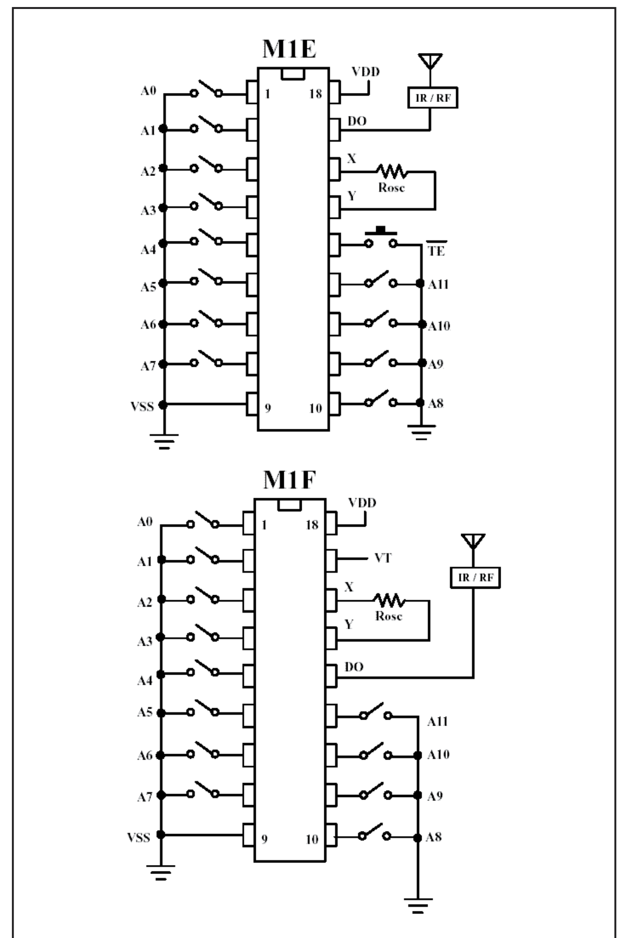
Figuur 7/107-6: Intern blokschema van de M1F.



Figuur 7/107-7: Timingdiagram van de M1F.

Voorbeeldschakeling

In figuur 7/107-8 zijn de wel heel eenvoudige schakelingen rond beide IC's voorgesteld. Natuurlijk is dit een basisschema, waarop u veel fantasie kunt loslaten. Zo kunt u een schakeling ontwerpen, waarbij de zender wordt aangestuurd door een toetsenbordje. Natuurlijk moet er na de VT-uitgang van de ontvanger “iets” gebeuren, bijvoorbeeld een flip-flop die de eenmalig ontvangen code onthoudt. De uitgang DO van de zender moet natuurlijk op de een of andere manier worden gemoduleerd, bijvoorbeeld op een infrarode LED of op een hoogfrequent signaal. De ingang DO van de ontvanger moet het gemoduleerde signaal ontvangen. Daarvoor is een gevoelige versterker en een demodulator noodzakelijk.



Figuur 7/107-8: Het basischema rond de zender M1E en de ontvanger M1F.

M1E/M1F, afstandsbediening met 4.096 commando's